

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

3
T
Translation

3729
PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

09/381061

Applicant's or agent's file reference WAT010	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP98/01070	International filing date (day/month/year) 13 March 1998 (13.03.1998)	Priority date (day/month/year) 14 March 1997 (14.03.1997)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21/68, B23Q 3/08		
Applicant TODA, Masayuki		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.
- ☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

☐ These annexes consist of a total of _____ sheets.

This report contains indications relating to the following items:

- RECEIVED
APR - 2001
MAIL ROOM
- | | | |
|------|-------------------------------------|---|
| I | <input checked="" type="checkbox"/> | Basis of the report |
| II | <input checked="" type="checkbox"/> | Priority |
| III | <input type="checkbox"/> | Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability |
| IV | <input type="checkbox"/> | Lack of unity of invention |
| V | <input checked="" type="checkbox"/> | Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability, citations and explanations supporting such statement |
| VI | <input type="checkbox"/> | Certain documents cited |
| VII | <input type="checkbox"/> | Certain defects in the international application |
| VIII | <input type="checkbox"/> | Certain observations on the international application |
- RECEIVED
JAN 10 2000
APR 26 2000
TC 360 MAIL ROOM
TECHNOLOGY CENTER 3200
MAIL ROOM

Date of submission of the demand 05 October 1998 (05.10.1998)	Date of completion of this report 29 March 1999 (29.03.1999)
Name and mailing address of the IPEA/JP Japanese Patent Office, 4-3 Kasumigaseki 3-chome Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan Facsimile No.	Authorized officer Telephone No. (81-3) 3581 1101

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP98/01070

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP 98/01070

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

A floating device of a substrate that is characterised in that floating fine pores are provided to prevent vibration when the substrate rotates at high speed is not disclosed in Document 1 (JP, 59-215718, A (Kokusai Electric Co., Ltd.), December 5, 1984 (05.12.84) cited in the international search report. Moreover, it is not obvious to a person skilled in the art.

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]

REC'D 09 APR 1999

WIPO PCT

出願人又は代理人 の書類記号 WAT010	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 98/01070	国際出願日 (日.月.年) 13.03.98	優先日 (日.月.年) 14.03.97
国際特許分類(IPC) Int.Cl ⁸ H01L21/68 B23Q3/08		
出願人(氏名又は名称) 都田昌之		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で _____ ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
 - II ☐ 優先権
 - III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
 - IV ☐ 発明の単一性の欠如
 - V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
 - VI ☐ ある種の引用文献
 - VII ☐ 国際出願の不備
 - VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 05.10.98	国際予備審査報告を作成した日 29.03.99	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 瀧内 健夫 電話番号 03-3581-1101 内線 6767	4M 9054

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT 14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- ☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
☐ 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
☐ 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

- ☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT 19条の規定に基づき補正されたもの
☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

- ☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
☐ 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
☐ 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

- ☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)

請求の範囲 1-9

有

請求の範囲

無

進歩性(IS)

請求の範囲 1-9

有

請求の範囲

無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲 1-9

有

請求の範囲

無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

請求の範囲1-9

基体の浮上装置において、基体の高速回転時のぶれを抑える補助細孔群を設けることは、国際調査報告に引用されたJP, 59-215718, A(国際電気株式会社), 5.12月.1984(05.12.84)に記載されておらず、当業者にとって自明のものでもない。

P C T

E P

US

国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第 40、41 条)
[P C T 1 8 条、P C T 規則 43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 W A T O 1 0	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式 (P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記 5 を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 9 8 / 0 1 0 7 0	国際出願日 (日.月.年) 1 3 . 0 3 . 9 8	優先日 (日.月.年) 1 4 . 0 3 . 9 7
出願人 (氏名又は名称) 都田昌之		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第 41 条 (P C T 1 8 条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

- ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。
- ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。
- ☐ この国際出願は、ヌクレオチド及び／又はアミノ酸配列リストを含んでおり、次の配列リストに基づき国際調査を行った。
 - ☐ この国際出願と共に提出されたもの
 - ☐ 出願人がこの国際出願とは別に提出したもの
 - ☐ しかし、出願時の国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨を記載した書面が添付されていない
 - ☐ この国際調査機関が書換えたもの
- 発明の名称は
 - ☐ 出願人が提出したものを承認する。
 - ☒ 次に示すように国際調査機関が作成した。
基体の浮上装置
- 要約は
 - ☒ 出願人が提出したものを承認する。
 - ☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第 47 条 (P C T 規則 38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。
- 要約書とともに公表される図は、
第 1 図とする。☒ 出願人が示したとおりである。 ☐ なし
 - ☐ 出願人は図を示さなかった。
 - ☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl.⁸ H01L21/68 B23Q3/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl.⁸ H01L21/68 B23Q3/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1997年
日本国登録実用新案公報 1994-1997年
日本国公開実用新案公報 1971-1997年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 59-215718, A (国際電気株式会社), 5. 12月. 1984 (05. 12. 84) (ファミリーなし)	1-9

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 05. 98

国際調査報告の発送日

09.06.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

瀧内 健夫



4M

9054

電話番号 03-3581-1101 内線 3463

(51) 国際特許分類6

H01L 21/68, B23Q 3/08

A1

(11) 国際公開番号

WO98/42017

(43) 国際公開日

1998年9月24日(24.09.98)

(21) 国際出願番号

PCT/JP98/01070

(22) 国際出願日

1998年3月13日(13.03.98)

(30) 優先権データ

特願平9/61584

1997年3月14日(14.03.97)

JP

(71) 出願人 ; および

(72) 発明者

都田昌之(TODA, Masayuki)[JP/JP]

〒992-0026 山形県米沢市東2丁目7の139 Yamagata, (JP)

(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)

株式会社 渡邊商行

(KABUSHIKI KAISHA WATANABE SHOKO)[JP/JP]

〒103-0022 東京都中央区日本橋室町4丁目2番16号 Tokyo, (JP)

(72) 発明者 ; および

(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)

梅田 優(UMEDA, Masaru)[JP/JP]

〒103-0022 東京都中央区日本橋室町4丁目2番16号

株式会社 渡邊商行内 Tokyo, (JP)

菅野洋一(KANNO, Yoichi)[JP/JP]

〒980-0805 宮城県仙台市青葉区大手町5-31-303 Miyagi, (JP)

大見忠弘(OHMI, Tadahiro)[JP/JP]

〒980-0813 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目1番17号301

Miyagi, (JP)

(74) 代理人

弁理士 福森久夫(FUKUMORI, Hisao)

〒102-0074 東京都千代田区九段南4丁目5番11号

富士ビル2F Tokyo, (JP)

(81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類

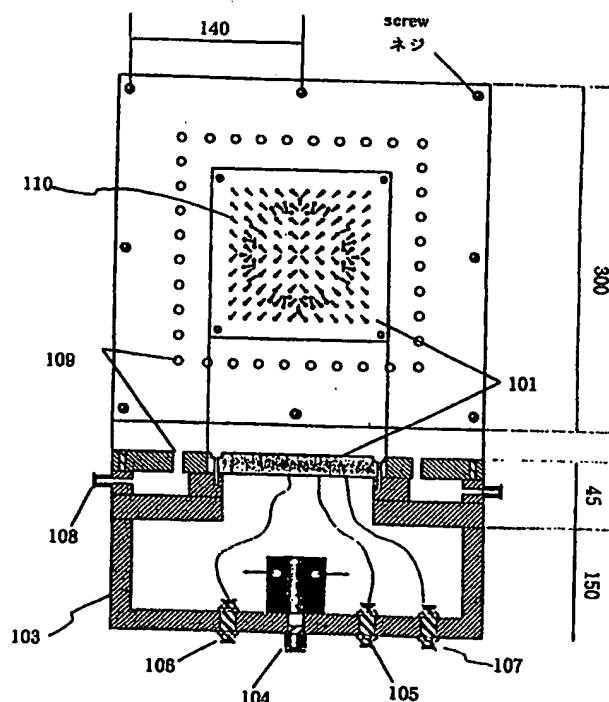
国際調査報告書

(54) Title: FLOATING APPARATUS OF SUBSTRATE

(54) 発明の名称 基体の浮上装置

(57) Abstract

A floating apparatus of a substrate capable of providing a stable floating state with less vibration of a rotary shaft and a surface when a substrate is floated, for rotating a floating substrate by blowing air stream to the back of a disk-like substrate, including a floating unit comprising a group of floating fine pores for floating the substrate, a group of centering fine pores for fixing the substrate at the center of the apparatus, and a group of rotating fine pores for rotating the substrate at the center of the apparatus, a group of auxiliary fine pores for suppressing the vibration of the substrate during its high speed rotation. A substrate floating type heater and a film formation apparatus using this floating unit of the substrate can form a thin film while keeping cleanness of the surface of the substrate, have a small concentration distribution of starting materials for forming a temperature distribution of the substrate surface and a thin film on the substrate, and can form a film having a uniform film thickness distribution over a broad range.



(57) 要約

本発明は、基体を浮上させたとき、回転軸や面ぶれが小さく安定した浮上状態が得られる基体の浮上装置と、基体表面の清浄度を保持した状態で膜形成が可能であり、かつ、基体表面の温度分布や基体上に薄膜を形成するため用いる原料の濃度分布が小さく、広範囲で均一な膜厚分布を有する膜形成が可能な基体浮上型の加熱装置及び製膜装置を提供することを目的とする。

基体の浮上装置は、円盤状の基体の裏面に気流を吹き付けて該基体を浮上させながら回転させる基体の浮上装置が、該基体を浮上させる浮上用細孔群と、該基体を装置中央で固定するセンタリング用細孔群と、該基体を装置中央で回転させる回転用細孔群と、該基体の高速回転時のぶれを抑える補助細孔群と、から構成される浮上ユニットを有することを特徴とする。また、基体浮上型の加熱装置及び製膜装置は、前記浮上ユニットを備えたことを特徴とする。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード (参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AT	オーストリア	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	TD	チャード
AU	オーストラリア	GB	英国	MC	モナコ	TG	トーゴ
AZ	アゼルバイジャン	GE	グルジア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GM	ガンナビア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BB	バルバドス	GN	ギニア	MK	マケドニア共和国	TR	トルコ
BE	ベルギー	GW	ギニア・ビサウ		マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GR	ギリシャ	ML	モリタニア	UA	ウクライナ
BG	ブルガリア	HU	ハンガリー	MN	モンゴリア	UG	ウガンダ
BJ	ベナン	ID	インドネシア	MR	モロッコ	US	米国
BR	ブラジル	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UZ	ウズベキスタン
BY	ベラルーシ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	VN	ベトナム
CA	カナダ	IS	アイスランド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラヴィア
CC	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	NL	オランダ	ZW	ジンバブエ
CF	中央アフリカ共和国	JP	日本	NO	ノルウェー		
CH	スイス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド		
CI	コートジボワール	KR	韓国	PL	ポーランド		
CM	カメルーン	KZ	カザフスタン	PT	ポルトガル		
CN	中国	LA	ラオス	RO	ルーマニア		
CU	キューバ	LC	セントルシア	RU	ロシア		
CV	キャブ・ヴェルデ	LI	リヒテンシュタイン	SD	スーダン		
CY	キプロス	SK	スロバキア	SE	スウェーデン		
CZ	チェコ	SI	スロベニア	SG	シンガポール		
DE	ドイツ			SI	スロヴェニア		
DK	デンマーク						

明細書

基体の浮上装置

5 技術分野

本発明は、基体の浮上装置並びに基体浮上型の加熱装置及び製膜装置に係る。
より詳細には、基体を浮上させたとき、回転軸や面ぶれが小さく安定した浮上状態を実現できる基体の浮上装置と、この基体の浮上装置を備えることで、基体表面の清浄度を保持した状態で基体の加熱処理や膜形成が可能な基体浮上型の加熱装置及び製膜装置に関する。

背景技術

半導体デバイスの高機能化に伴ない、微細化、高集積化がさらに促進され、その製造技術のよりいっそうの高度化が求められている。特に、ウェハを表面処理
15 することによって形成される最先端の半導体デバイスの一つであるULSIは、二十一世紀初頭にはGbit時代を迎えようとしている。しかし、現在の製造技術の延長だけでは、今後製造が予定されている数GbitクラスのDRAMは、安定した製造および供給が困難になりつつある。何故ならば、数GbitクラスのDRAMのような、高機能な性能を有する高品質なデバイスを連続的に安定に量
20 産するためには、デバイス製造におけるウェハ表面処理プロセスにおいて、プロセスパラメータがより完全に制御され、さらにウェハ表面上に、汚染につながるいかに超微細な異物をも存在させない技術が必要となるからである。従来の装置では、サセプタ上にウェハを接触状態で載せて、非接触面側に対してウェハ表面処理を行っていたが、この方式ではウェハ表面への汚染を低減するのは困難とな
25 りつつある。さらに、製造する半導体デバイスの容量が増すにつれて、使用する基体としてのウェハの口径が大きくなる（64MDRAM製造時は直径12inchのウェハが必須）ため、従来のウェハ表面処理装置では、基体表面の温度分布や基体上に薄膜を形成するため用いる原料の濃度分布が生じないように制御するのは極めて難しくなりつつある。

本発明は、基体を浮上させたとき、回転軸や面ぶれが小さく安定した浮上状態が得られる基体の浮上装置と、基体表面の清浄度を保持した状態で膜形成が可能であり、かつ、基体表面の温度分布や基体上に薄膜を形成するため用いる原料の濃度分布が小さく、広範囲で均一な膜厚分布を有する膜形成が可能な基体浮上型の加熱装置及び製膜装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明の基体の浮上装置は、円盤状の基体の裏面に気流を吹き付けて該基体を浮上させながら回転させる基体の浮上装置が、該基体を浮上させる浮上用細孔群と、該基体を装置中央で固定するセンタリング用細孔群と、該基体を装置中央で回転させる回転用細孔群と、該基体の高速回転時のぶれを抑える補助細孔群と、から構成される浮上ユニットを有することを特徴とする。上記特徴により、浮上ユニットが有する特定の中心軸において、基体を浮上させながら、回転軸が変動しないように基体を回転させることができると共に、回転によって生じる基体の面ぶれを抑えることができる。その結果、気流以外の何物にも非接触の状態で、基体を安定した回転状態に保持することが可能な基体の浮上装置がえられる。

上記特徴において、前記細孔群を構成する細孔は、前記浮上ユニットの表面に配され、前記浮上装置の表面に対して適当な角度で傾いており、該傾きの方向に気流を噴出することにより、基体に対して浮上力を与えることができる。その結果、細孔群を構成する各細孔を適宜配置することにより、基体に対して浮上制御、センタリング制御、回転制御、及び面ぶれ制御が可能となる。

また上記特徴において、前記浮上用細孔群は、前記浮上ユニットの表面に配され、細孔が、前記基体の回転軸と交差する点を原点とし、該浮上ユニットの表面を90度ごとに4つのエリアに分割したとき、1つのエリア内に配置される各細孔の傾きの方向を、対角線と平行で、該浮上ユニットの中心に向けて設けてあるため、浮上ガス供給量を適宜調整することで、1mm以上の浮上高さがえられると共に、基体の傾きを約 5×10^{-3} rad以下に、また基体の横ぶれを約10mm以下に抑えることが可能となる。

さらに上記特徴において、前記センタリング用細孔群は、前記浮上ユニットの表面に配され、細孔が、前記基体の外周と同様の位置および外周から適当な距離外の位置に、それらを交互に適当な角度おきに設けてあり、該細孔の傾きの方向が該浮上ユニットの中心に向けて設けてあるため、センタリングガス供給量を適

5 宜調整することで、任意の浮上高さにおいて、基体の横ぶれを約5 mm以下に抑えることが可能となる。

またさらに上記特徴において、前記回転用細孔群は、前記浮上ユニットの表面に配され、細孔が、前記浮上ユニット表面の中心から基体半径より小さな半径の円に接線を引き、接線から接線方向へ適当な距離だけ離れた位置に、細孔の向き

10 は接線方向とし、互いに反対方向を向くように設けてあるため、回転ガス供給量を適宜調整することで、基体の回転速度が変更でき、かつ、約3000 rpmという高速回転も可能となる。そして、基体の回転速度を上げることにより、基体の面ぶれ及び基体の傾きを減少できる。

特に、細孔の向きは接線方向とし、互いに反対方向を向くように設けたことにより、前記円盤状の基体に対して時計回りと反時計回りの回転を安定して制御で

15 きる。

また上記特徴において、前記補助細孔群は、前記浮上ユニットの表面に配され、細孔が、該細孔の傾きの方向を前記浮上ユニットの中心に向け、前記回転用細孔群を構成する細孔の位置より、該浮上ユニットの中心から外側の半径の円周

20 上に90度おきに設けたことにより、基体を回転させた場合、回転速度が増したとき基体が浮上装置外（換言すれば、浮上ユニット外）に飛び出すのを防ぐことが可能となる。また、基体回転時に生じる基体の面ぶれや基体の傾きを抑える作用もある。

本発明に係る基体浮上型の加熱装置は、前記基体の浮上装置を備え、大気圧又は減圧のいずれかの雰囲気中において、該基体の裏面に気流を吹き付けて該基体を浮上および回転させながら、光を用いた加熱手段によって該基体の表面を加熱

25 することにより、基体表面の清浄度を保持した状態で基体の加熱処理処理ができるとともに、基体表面に生じる温度分布も抑えることが可能となる。

本発明に係る基体浮上型の製膜装置は、前記基体の浮上装置を備え、大気圧又

は減圧のいずれかの雰囲気中において、該基体の裏面に気流を吹き付けて該基体を浮上および回転させながら、該基体の表面上に堆積物を形成することにより、基体表面の清浄度を保持した状態で膜形成ができる。その結果、膜中に含まれる不純物や欠陥の少ない製膜が可能となる。

- 5 また上記特徴において、前記基体の表面に製膜用ガスを吹き付けるノズルの内径と該基体の外径とをほぼ同じ値とし、ガスを吹き出す該ノズルの先端と該基体の表面との間隔を2 mm以下とすることにより、基体上に薄膜を形成するため用いる原料の濃度分布が小さく、広範囲で均一な製膜の可能な、基体浮上型の製膜装置が得られる。

10

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る基体の浮上装置の一例を示す模式的な断面図である。

図2は、本発明に係る基体の浮上ユニットの平面図(a)と、浮上ユニットに設けた細孔の断面図(b)である。

- 15 図3は、浮上ユニットに設けた4つの細孔群の一例を示す模式的な平面図である。

図4は本発明に係る基体の浮上特性評価装置の一例を示す概略図である。

図5は、基体の浮上高さ、基体の傾きおよび基体の横ぶれの浮上ガス供給量依存性を示すグラフである。

- 20 図6は、基体の浮上高さ、基体の傾きおよび基体の横ぶれのセンタリングガス供給量依存性を示すグラフである。

図7は、回転ガス供給量と回転数との関係を示すグラフである。

図8は、回転ガス供給量に伴う補助ガス供給量を示すグラフである。

- 25 図9は、基体の浮上高さ、基体の傾きおよび基体の横ぶれの回転ガス供給量依存性を示すグラフである。

図10は、本発明に係る基体浮上型の加熱装置の一例を示す概略図である。

図11は、基体表面の温度を測定した結果である。

図12は、本発明に係る基体浮上型の製膜装置の一例を示す概略図である。

図13は、基体と製膜用ガスを吹き付けるノズルとの配置を示す模式的な断面

図である。

図14は、基体表面に形成した絶縁膜の膜厚の測定結果を示すグラフである。

図15は、浮上ガス供給量を変化させて基体表面に絶縁膜を形成した場合の半径方向の膜厚測定結果を示すグラフである。

- 5 図16は、ノズル径、ノズル先端と基体との距離を変化させて基体表面に絶縁膜を形成した場合の半径方向の膜厚測定結果を示すグラフである。

図17は、ノズル径、基体の回転速度を変化させて基体表面に絶縁膜を形成した場合の半径方向の膜厚測定結果を示すグラフである。

- 10 図18は、加熱室の内部が減圧された場合に、基体を浮上させるために必要な最小のガス流量を測定した結果を示すグラフである。

(符号の説明)

- 100 基体の浮上装置、 101 浮上ユニット、 102 テーブル、
 103 支持台、 104 浮上ガス供給口
 105 センタリングガス供給口、 106 回転ガス供給口、
 15 107 補助ガス供給口、 108 排気口、 109 吸引口、
 110 細孔、 201 浮上ユニット、 210 細孔、
 301 浮上ユニット、 310a 浮上用細孔群を構成する細孔、
 310b、310c センタリング用細孔群を構成する細孔、
 310d 回転用細孔群を構成する細孔、
 20 310e 補助用細孔群を構成する細孔、
 400 基体の浮上装置、 401 浮上ユニット、 402 基体、
 403 レーザー変位計、 404 ビデオカメラ、 405 CARAK、
 406 AD変換ボード、 407 コンピュータ、 408 ガス供給口、
 409 流量計、 410 バルブ、 411 コンプレッサ、
 25 412 排気口、 1000 基体の浮上装置、 1001 浮上ユニット、
 1002 基体、 1003 加熱室、 1004 加熱手段、
 1005 光、 1006 熱電対、 1007 温調機、
 1008 放射温度計、 1009 ディスプレイ、
 1010 ガス供給口、 1011 流量計、 1012 バルブ、

- 1013 コンプレッサ、 1014 排気口、
1200 基体の浮上装置、 1201 浮上ユニット、 1202 基体、
1203 製膜室、 1204 ノズル、 1205 FTESバブラー、
1206 FTESバブラーを内設する恒温槽、
5 1207 H₂Oバブラー、 1208 H₂Oバブラーを内設する恒温槽、
1209 マスフローコントローラ、 1210 五酸化リン、
1211 シリカゲル、 1212 窒素ポンプ、
1213 エアーポンプ、 1214 ガス供給口、 1215 流量計、
1216 バルブ、 1217 コンプレッサ、 1218 排気口、
10 1301 浮上ユニット、 1302 基体、 1303 ノズル、
1304 二重管部、 1305 FTES輸送部、
1306 H₂O輸送部、 1307 混合ガス混合部。

発明を実施するための最良の形態

- 15 図1は、本発明に係る基体の浮上装置の一例を示す模式的な断面図である。図1に示した基体の浮上装置100は、浮上ユニット101、浮上ユニット101の外周に設けたテーブル102、浮上ユニット101とテーブル102を載置した支持台103、浮上ガス供給口104、センタリングガス供給口105、回転ガス供給口106、補助ガス供給口107、排気口108、吸引口109、浮上
20 ユニット101に設けた複数個の細孔110などから構成されている。

特に、浮上ユニット101に設けた複数個の細孔110は、図2に示すような構造を有している。すなわち、各細孔は、ガス排出口に向かって浮上ユニット101の表面に対して一定の角度で傾いている点が特徴である。図2は、細孔が浮上ユニット101の表面に対して22度の角度で傾いた場合であり、図中に示
25 した矢印の方向が細孔の向きである。この傾きを任意の方向に設定しガスを排出することにより、基体に対して浮上力を与えると共に、一定の方向の力を付与することが可能となる。

図2は、本発明に係る基体の浮上ユニットの平面図と、浮上ユニットに設けた細孔の断面図である。

図2に示した複数個の細孔210は、総て同一の形状であり、細孔の内径がガス供給口側に比べてガス排出口側で細くなっているが、各細孔の形状は異なっても構わないし、各細孔の内径も任意で設定して良いことは言うまでもない。

また、図2の浮上ユニット201に設けた複数個の細孔210は、図3(a)～図3(c)に示すとおり4つの細孔群から構成されている。すなわち、図3(a)は浮上用細孔群、図3(b)はセンタリング用細孔群および補助用細孔群、図3(c)は回転用細孔群である。

図3(a)に示した浮上用細孔群は、浮上ユニット101の表面に配され、細孔310aが、基体の回転軸と交差する点を原点とし、浮上ユニット301の表面を90度ごとに4つのエリアに分割したとき、1つのエリア内に配置される各細孔の傾きの方向を、対角線と平行で、浮上ユニット301の中心に向けて設けた構成からなる。図3(a)の場合、各細孔は10mmおきに設けてあり、一つのエリアで25個(全体で100個)配した。

図3(b)に示したセンタリング用細孔群は、浮上ユニット301の表面に配され、細孔310b、310cが、前記基体の外周と同様の位置および外周から1mm外の位置に、それらを交互に15度おきに設けてあり、該細孔の傾きの方向が該浮上ユニットの中心に向けて設けた構成からなる。しかし、基体の外周から外の位置に細孔を配する場合の距離は1mmに、2種類の細孔間の角度は15度に、それぞれ限定されるものではなく、細孔から噴出させるガス流量やガス圧力などによって適宜決められる値であることは言うまでもない。

図3(c)に示した回転用細孔群は、浮上ユニット301の表面に配され、細孔310dが、前記浮上ユニット301表面の中心から半径30mmの円に接線を引き、接線から接線方向へ距離5mmだけ離れた位置に、細孔の向きは接線方向とし、互いに反対方向を向くように設けた構成からなる。しかし、細孔を設ける場合に用いた円の半径は、基体の半径より小さければ構わない。また、細孔を設ける位置が、接線から接線方向へ離れる距離は5mmに限定されるものでもない。これらの最適な値は、細孔から噴出させるガス流量やガス圧力などによって適宜決められるものである。

図3(b)に示した補助用細孔群は、前記浮上ユニット301の表面に配さ

れ、細孔 310e が、該細孔の傾きの方向を前記浮上ユニット 301 の中心に向け、前記回転用細孔群を構成する細孔 310d の位置より、該浮上ユニット 301 の中心から外側の半径 40 mm の円周上に 90 度おきに設けた構成からなる。しかし、補助用細孔群を構成する細孔 310e を設ける場合に用いた円の半径は、回転用細孔群を構成する細孔 310d を設ける半径よりも外側に配置されてい

5 ればよく、半径 40 mm に限定されない。また、図 3 (d) では、補助用細孔群を構成する細孔を 90 度おきに設けたが、この角度も適宜調整することが可能である。

図 10 は、本発明に係る基体浮上型の加熱装置を示す模式的な断面図である。

10 図 10 において、1000 は基体の浮上装置、1001 は浮上ユニット、1002 は基体、1003 は加熱室、1004 は加熱手段、1005 は光、1006 は熱電対、1007 は温調機、1008 は放射温度計、1009 はディスプレイ、1010 はガス供給口、1011 は流量計、1012 はバルブ、1013 はコンプレッサ、1014 は排気口である。

15 図 10 の装置は、上述した基体の浮上装置 1000 の上に加熱室 1003 を配置したものである。加熱室 1003 の底部には、浮上ユニット 1001 から吹き出す気流を裏面に受けて浮上・回転状態にある基体 1002 が配されている。また、赤外ランプからなる加熱手段 1004 が基体 1002 の表面に対向して配置されており、加熱手段 1004 の発する光 1005 を基体 1002 に照射すること

20 とで、基体 1002 を加熱処理する。したがって、製膜時の基体 1002 は気流以外の何物にも非接触のため、基体 1002 表面を均一に加熱処理することができる。図 10 では加熱手段 1004 を赤外ランプとしたが、加熱手段 1004 として各種波長の光源が使用できることは言うまでもない。

図 12 は、本発明に係る基体浮上型の製膜装置を示す模式的な断面図である。

25 図 12 において、1200 は基体の浮上装置、1201 は浮上ユニット、1202 は基体、1203 は製膜室、1204 はノズル、1205 は FTES バブラー、1206 は FTES バブラーを内設する恒温槽、1207 は H₂O バブラー、1208 は H₂O バブラーを内設する恒温槽、1209 はマスフローコントローラ、1210 は五酸化リン、1211 はシリカゲル、1212 は窒素ボン

べ、1213はエアーポンプ、1214はガス供給口、1215は流量計、
1216はバルブ、1217はコンプレッサ、1218は排気口である。

図12の装置は、上述した基体の浮上装置1200(100)の上に製膜室
1203を配置したものである。製膜室1203の上部には、製膜用の混合ガス
5 供給ノズル1204が基体1202の表面に対向して配置されており、このノズ
ル1204から製膜用の混合ガスを基体1202の表面に吹き付けることによ
り、基体1202の表面上に堆積物を形成する。したがって、製膜時の基体は気
流以外の何物にも非接触のため、堆積時の膜中に取り込まれる不純物量を大幅に
低減できる。

10 図13は、基体と製膜用ガスを吹き付けるノズルとの配置を示す模式的な断面
図である。図13において、基体の表面に製膜用ガスを吹き付けるノズル
1303の内径(すなわち、混合ガス混合部1307の内径)と基体1302の
外径とをほぼ同じ値とし、ガスを吹き出すノズル1303の先端(すなわち、混
合ガス混合部1307の先端)と基体1302の表面との間隔を2mm以下とす
15 ることにより、ノズル1303から基体1302上に吹き付けられた原料の濃度
分布が小さくなり、広範囲で均一な製膜の可能な基体浮上型の製膜装置がえられ
る。

実施例

20 以下、図面を参照して本発明に係る、基体の浮上装置並びに基体浮上型の加熱
装置及び製膜装置を説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものでは
ない。

(実施例1)

本例では、図1に示した基体の浮上装置を用い、浮上ユニット101を構成す
25 る4つの細孔群(図3(a)~図3(c))のうち、浮上用細孔群(図3
(a))の細孔に流すガス供給量を変えて、大気圧の雰囲気中における基体の浮
上特性を調べた。このとき、浮上ガス供給量： $Ff=0\sim50$ [l/min]、
センタリングガス供給量： $Cf=0$ [l/min]、回転ガス供給量： $Rf=0$
[l/min]、補助ガス供給量： $Hf=0$ [l/min]とした。

但し、4つの細孔群とは、浮上用細孔群（図3（a））、センタリング用細孔群（図3（b））、回転用細孔群（図3（c））、補助用細孔群（図3（b））を指す。また、基体としては、3 inchφのウェハを用いた。

図4は、基体の浮上特性を調べるために図1の装置の上方に観測手段を設けた
5 基体の浮上特性評価装置の一例を示す概略図である。

図4において、400は基体の浮上装置、401は浮上ユニット、402は基体、403はレーザー変位計、404はビデオカメラ、405はCARAK、406はAD変換ボード、407はコンピュータ、408はガス供給口、409は流量計、410はバルブ、411はコンプレッサ、412は排気口である。

10 観測手段としては、基体402の傾きを調べるため2つのレーザー変位計403を、基体402のぶれの変位量を調べるためビデオカメラ404を用いた。基体402の浮上高さを測定する場合、2つのレーザー変位計403による測定値の平均値とした。浮上ユニット401表面に対する基体402の傾きは、2つのレーザー変位計403による測定値の差と変位計間の距離から求めた。各
15 データはCARAK（日立製）405とAD変換ボード406を用いてコンピュータ407に取り込んだ。データは1/25 [sec] 刻みで60 [sec] 測定し、基体402の浮上高さの場合は全データの平均値、基体402の傾きの場合には全データの最大値を結果として出力した。基体402のぶれの測定においては、ビデオカメラ404で撮影した画像から基体中心の浮上
20 ユニット中心からの距離を求め、それを基体402のぶれ幅とした。

図5は、基体の浮上高さ、基体の傾きおよび基体の横ぶれの浮上ガス供給量依存性を示すグラフである。

図5から、浮上ガス供給量：Ffが3.6 [l/min] 以上のとき基体が浮上するのが確認でき、それ以上では浮上ガス供給量が増すにつれて基体の浮上高
25 さを制御できることが分かった。また、浮上ガス供給量が増すほど基体のぶれ幅は小さくなるが、それに伴い基体の傾きは増加する傾向がみられた。

（実施例2）

本例では、図1に示した基体の浮上装置を用い、浮上ユニット101を構成するセンタリング用細孔群（図3（b））の細孔に流すガス供給量を変えて、大気

圧の雰囲気中における基体の浮上特性を調べた。このとき、浮上ガス供給量： $F_f = 15.5$ 、 21.6 、 28.3 [l/min]、センタリングガス供給量： $C_f = 0 \sim 10$ [l/min]、回転ガス供給量： $R_f = 0$ [l/min]、補助ガス供給量： $H_f = 0$ [l/min]とした。

5 他の点は、実施例1と同様とした。

図6は、基体の浮上高さ、基体の傾きおよび基体の横ぶれのセンタリングガス供給量依存性を示すグラフである。

図6から、基体を浮上させた状態でセンタリングガス供給量： C_f を変更した場合、基体の浮上高さには殆ど影響せず、基体の傾きが増加する傾向はあるものの、基体のぶれを大幅に減少できることが分かった。また、センタリングガス供給量が過剰になると、基体のぶれもそれに伴い増す傾向があった。

(実施例3)

本例では、図1に示した基体の浮上装置を用い、浮上ユニット101を構成する回転用細孔群(図3(c))と補助用細孔群(図3(b))の細孔に流すガス供給量を変えて、大気圧の雰囲気中におけるガスの供給流量： R_f と基体の回転速度： R_n の関係を調べた。このとき、浮上ガス供給量： $F_f = 15.5$ [l/min]、センタリングガス供給量： $C_f = 4.0$ [l/min]、回転ガス供給量： $R_f = 0 \sim 20$ [l/min]、補助ガス供給量： $H_f = 0 \sim 20$ [l/min]とした。

20 ただし、本例ではビデオカメラだけではなくCCDカメラも併用した。

基体を浮上ユニットの上に設置し、浮上ガス、センタリングガスを供給し基体を浮上静止させた。基体の挙動がある程度一定となった後、回転ガス供給量を徐々に増加させ、そのときの回転速度を求め供給ガス量： R_f と基体の回転速度： R_n との関係式を導出した。回転速度： R_n は、ビデオカメラまたはCCDカメラで撮影した画像から、単位時間当たりの角度の変位量を測定し導出した。補助用ガスについては回転速度が増すごとに、基体が安定するようにその供給量も増加させた。

他の点は、実施例1と同様とした。

図7は回転ガス供給量と回転数との関係を示すグラフであり、図8は回転ガス

供給量に伴う補助ガス供給量を示すグラフである。図7から、基体の回転速度： R_n は回転ガス供給量： R_f で操作できることが確認できた。その関係式は次式で表すことができる。

$$R_n [\text{rpm}] = 189.97 \times R_f [\text{l/min}] - 168.88$$

- 5 ただし、 $R_f > 1.2 [\text{l/min}]$

また、回転速度が増したときに基体が浮上ユニットの外に飛び出すのを防ぐために供給した、補助ガスの供給量 H_f の測定結果（図8）から、基体の回転速度が増すにつれて供給する補助ガス量も増加することが分かった。

（実施例4）

- 10 本例では、図1に示した基体の浮上装置を用い、浮上ユニット101を構成する回転用細孔群（図3（c））と補助用細孔群（図3（b））の細孔に流すガス供給量を変えて、大気圧の雰囲気中における基体の浮上特性を調べた。このとき、浮上ガス供給量： $F_f = 15.5$ 、 21.6 、 $27.8 [\text{l/min}]$ 、センタリングガス供給量： $C_f = 4.0 [\text{l/min}]$ 、回転ガス供給量： $R_f = 0$
15 $\sim 5 [\text{l/min}]$ 、補助ガス供給量： $H_f = 0 \sim 7 [\text{l/min}]$ とした。

他の点は、実施例3と同様とした。

図9は、基体の浮上高さ、基体の傾きおよび基体の横ぶれの回転ガス供給量依存性を示すグラフである。

- 図9から、回転ガス供給量： R_f を増加、すなわち基体の回転速度を上げた場合、
20 基体の傾きと基体の横ぶれが共に減少することが分かった。なお、回転ガス供給量： R_f をかなり増加させても、基体の偏倚にはほとんど影響がなかった。したがって、基体の傾きと基体の横ぶれは基体の回転によって抑制できることが確認できた。

（実施例5）

- 25 本例では、図1に示した基体の浮上装置を備えた図10の基体浮上型の加熱装置を用い、大気圧の雰囲気中における基体表面の温度分布を調べた。

浮上・回転状態にある基体1002表面の温度を測定する手段としては、間接的に測定可能な放射温度計1008を用いた。基体1002としては、 $3 \text{ inch } \phi$ のウェハを用いた。

基体1002を浮上ユニット1001に設置し、4つの細孔群(図3(a)～図3(c))の細孔に各ガス供給口1010を通して適宜ガスを供給し、基体を浮上・回転させた。このとき、浮上ガス供給量： $Ff=15.5$ [l/min]、センタリングガス供給量： $Cf=4.0$ [l/min]、回転ガス供給量： $Rf=3.0$ [l/min]、補助ガス供給量： $Hf=4.0$ [l/min]とした。

次に、加熱室1003の外部から赤外ランプ1004を照射し、加熱室内にある基体1002を加熱した。装置内の任意の点に熱電対1006を設置し、その位置の温度が50、40、30℃となるように温調機1007を用いて制御した。その時の基体表面の温度を放射温度計1008を用いて測定した。

図11は基体表面の温度を測定した結果であり、図11(a)には基体を浮上のみさせた場合を、図11(b)には基体を浮上・回転させた場合を示した。

図11(a)から基体の回転がない状態では、半径方向の距離が30[mm]以上からは温度分布が生じていることが確認された。これは基体が回転しなかったために、基体下部からの浮上ガスの影響が顕著に現れたためと考えられる。基体表面の全体の温度は浮上ガスの温度に近くなることから、基体表面の温度は浮上ガスの温度にかなり影響されることが分かった。

一方、図11(b)から基体が浮上・回転している場合には、基体表面の温度分布がほとんど発生していないことが確認できた。これは基体の回転によって浮上ガスの衝突が基体に均等に生じたためか、基体の回転によって基体表面の熱伝達が一定となったためかは、ここでは明確にすることはできない。しかし、基体の外周端部の温度は実験条件に依存せず、浮上ガスとほぼ同じ値を示すことから、基体の外周端部に衝突する浮上ガス量が多いことと、他の部分より表面積が多いため熱移動が容易に生じたためと発明者は考えた。

本発明に係る基体浮上型の加熱装置を用いて浮上・回転させた基体表面には、 $\pm 1^\circ\text{C}$ 程度の範囲で温度分布があった(図11(b))。しかしこの程度の温度分布であれば、この加熱処理された基体上に堆積膜を作製する場合でも、さほど反応速度に影響は及ぼさないものと考えられるため、基体上に形成する堆積膜に膜厚分布が発生せず、膜質分布も抑制できると考えた。

また、基体表面の温度に最も影響を及ぼすのは浮上ガスであるから、基体表面の温度を制御するためには、浮上ガスの温度制御が必須であることも分かった。

(実施例6)

- 本例では、図1に示した基体の浮上装置を備えた図12の基体浮上型の製膜装置を用い、大気圧の雰囲気中において、浮上・回転状態にある基体表面へ堆積膜を形成した。その際、基体の表面に製膜用ガスを吹き付けるノズルの内径と該基体の外径との相対的な大きさ、及び、ガスを吹き出す該ノズルの先端と該基体の表面との間隔、を変更して堆積膜の膜厚分布を調べた。

- 図13は、基体と製膜用ガスを吹き付けるノズルとの配置を示す模式的な断面図である。ノズルは2種類の製膜用ガス [Fluorotriethoxysilane (FTES) と H_2O] を個別に導入する輸送部を組み合わせた二重管部と、これら2種類のガスを混ぜ合わせる混合ガス混合部とから構成されている。ノズル (混合ガス混合部) の内径: d_n 、ノズル (混合ガス混合部) の奥行き: d_r 、ノズル (混合ガス混合部) の先端と基体の表面との間隔: h_n とした。

- 製膜用ガスとして用いるFTESの構造は、Si基に三つの OC_2H_5 基と、一つのF基が結合している形を取る。表1には、FTESの物性値を示した。置換基の一つがF基であることから、FTESは反応性に富み、常温で水と反応して SiO_2 を形成する性質を有する。

(表1)

20

FTESの物性値	
分子量:	182.27 g/mol
蒸気圧:	3.3 mmHg
沸 点:	133.5 °C
融 点:	-80 °C
密 度:	0.98 g/cm ³

25

以下では、この性質を利用して浮上・回転させた基体上に SiO_2 を形成した

とき、基体の円周方向に生じる膜厚分布を調べた。

図12及び図13に示すように基体1202を浮上ユニット1201に設置し、製膜室1203を密閉した。その後各浮上ガスを供給し、基体1202を浮上・回転させた。各浮上ガスとしては、コンプレッサー1217によって供給された乾燥空気を、ドライアイスおよび液体窒素のトラップを通気させることによってさらに水分を除去した空気を用いた。各浮上ガスの流量は、バルブ1216で制御し流量計（STEC製、フローライン）1215を用いてその流量を測定した。基体1202の挙動がある程度落ち着いた後、基体表面上のノズル1204から混合ガスを導入しCVD処理を行った。混合ガス導入口のノズル内径：dnを4.0 [mm]、ノズル先端と基体との距離：hnを10 [mm]とした。FTESとH₂Oのバブラー1205、1207を浸してある恒温槽（IWAKI社製）1206、1208の温度はそれぞれ30 [°C]、40 [°C]とし、蒸気圧が等しくなるように設定した。そして、それぞれのバブラーに、キャリアーガスとして五酸化リン1210とシリカゲル1211を用いて水分除去を行った高純度窒素ガスを流量100 [ml/min]で窒素ポンプ1212から供給し、混合ガスの濃度比を1：1とした。FTESとH₂Oを装置内に供給する際に、配管内での凝縮をさけるため、配管にリボンヒーター（不図示）を巻き付けて50°Cで保温した。装置内の内圧が高くなるのを防ぐため、全供給ガス量と同量でエアープンプ（IWAKI社製）1213を用いて吸引し装置内の圧力を一定に保った。装置内温度は25 [°C]、反応時間は6 [hours]としてCVD処理を行った。その後、基体表面に形成した絶縁膜の膜厚を走査型顕微鏡（SEM）を用いて測定した。この測定を基体の挙動を変えて行った。このとき、表2に示すように浮上ガス供給量：Ff、センタリングガス供給量：Cf、回転ガス供給量：Rf、補助ガス供給量：Hfは、基体の偏倚量によって変更した。

25 (表2)

偏倚量	Ff[l/min]	Cf[l/min]	Rf[l/min]	Hf[l/min]
20mm, 10rad 以上	15.5	6.2	0	0
5mm, 1rad 以下		4.0	200	4

図14は、基体表面に形成した絶縁膜の膜厚の測定結果を示すグラフである。図14から、基体の偏倚量が大きい場合(20 [mm], 10 [rad] 以上)には円周方向の膜厚分布の形状が異なることが確認された。

一方、基体の偏倚量が小さい場合(5 [mm], 1 [rad] 以下)には、円周方向の膜厚分布はほとんど生じないことが確認できた。基体の偏倚量が5 [mm], 1 [rad] 以上という値は、本発明に係る浮上ユニットを用いた場合には、まずなり得ない値である。従って、本発明に係る基体浮上型の製膜装置を用いて基体表面に製膜した場合、円周方向には膜厚分布のない良好な製膜が可能と考えた。

10 (実施例6)

本例では、図1に示した基体の浮上装置を備えた図12の基体浮上型の製膜装置を用い、浮上・回転状態にある基体表面へ堆積膜を形成する際、浮上ガス供給量を変化させた点が実施例5と異なる。

すなわち、本例の操作条件は、浮上ガス供給量： $Ff [l/min] = 5.0, 15.5, 21.6$ 、センタリングガス供給量： $Cf [l/min] = 4.0$ 、回転ガス供給量： $Rf [l/min] = 200$ 、補助ガス供給量： $Hf [l/min] = 4$ 、ノズル径： $dn [mm] = 40$ 、ノズル先端と基体との距離： $hn [mm] = 1.0$ とした。

図15は、浮上ガス供給量を変化させて基体表面に絶縁膜を形成した場合の半径方向の膜厚測定結果を示すグラフである。図15から、浮上ガス供給量は半径方向の膜厚分布形状にさほど影響しないことが分かった。浮上細孔群の個数は100個と多く、浮上ガス供給量が多少増加しても、細孔出口の噴出速度がさほど速くならないため、他の細孔群と比較して基体表面の流れにはあまり影響を与えないものと考えられる。さらに浮上ガス供給量を増やした場合には影響が現れる可能性もあるが、基体を浮上させるためには浮上ガス供給量： $Ff = 15.5 [l/min]$ 程度あれば十分なため、これ以上については考慮する必要がないと考えた。その結果、基体表面の半径方向の膜厚分布は、浮上ガス供給量では改善されないと判断した。

(実施例7)

本例では、図1に示した基体の浮上装置を備えた図12の基体浮上型の製膜装置を用い、浮上・回転状態にある基体表面へ堆積膜を形成する際、ノズル径、ノズル先端と基体との距離を変化させた点が実施例5と異なる。

すなわち、本例の操作条件は、浮上ガス供給量： $Ff [l/min] = 15$ 。

- 5 5、センタリングガス供給量： $Cf [l/min] = 4.0$ 、回転ガス供給量： $Rf [l/min] = 200$ 、補助ガス供給量： $Hf [l/min] = 4$ 、ノズル径： $d_n = 1/2 [inch]$, $1 [inch]$, $30 [mm]$, $40 [mm]$, $60 [mm]$, $75 [mm]$ 、ノズル先端と基体との距離： $h_n [mm] = 1, 2, 5, 10, 30, 50$ とした。
- 10 図16は、ノズル径、ノズル先端と基体との距離を変化させて基体表面に絶縁膜を形成した場合の半径方向の膜厚測定結果を示すグラフである。図16から、ノズル先端と基体との距離が5 [mm] 以上離れた場合にはほとんど製膜しないことが分かった。これは、基体下部からの噴出ガスの影響によって、ノズルから供給される混合ガスの流れが阻害され、混合ガスが基体表面に到達する前に拡散したためと考えた。またその他に、その距離が離れている場合には、基体に到達する前に反応が進んでしまい、基体表面に到達するガスの濃度が低下したため反応が起こらなかったためとも推定された。また、その距離が近くても、ノズル径が小さい場合には、さほど広範囲には製膜しないことも分かった。これは、滞在時間を5 [sec] としたため、ノズル径が小さい場合には流量が小さいため、
- 20 浮上ガスによって供給されるガスの希釈効果が大きくなるためと考察した。またノズル先端と基体表面との距離を1 [mm] 以下にすると高い製膜速度で製膜できることが分かった。しかし、この場合の絶縁膜は、膜ではなく反応中間体の粒子の集合体のようなものが堆積することが確認された。これはノズル先端と基体表面との距離が小さくなったため、基体表面上におけるガスの流れが悪くなり、
- 25 混合ガスの流れのよどみが生じたために反応が進行しすぎたためと考えた。

また図16の結果から、ノズル径を大きくした方が広範囲に製膜できることが分かった。これは、基体表面に均一に混合ガスを供給できることが最大の理由と考えた。しかし、このノズル径が基体の径を越えた場合 ($d_n = 75 [mm]$) には、逆に膜厚分布は悪くなった。これは基体下部からの噴出ガスがノズル内部に

入り込んだために、ノズル内部の混合ガスが浮上ガスによって希釈され、濃度が低下したためと考えた。

従って、基体表面に広範囲で均一な膜を形成するためには、ノズル先端と基体表面との距離が2 [mm] 程度、ノズル径は基体の径と等しくすることが必要と
5 判断した。すなわち、径の大きいノズルを近づけることによって、基体表面への噴出ガスの影響が軽減できるため、膜形成が容易となった。

本例では、製膜用ガスの混合（すなわち供給）時間を5 [sec] としたが、製膜用ガスが基体表面上を流れている時の滞在時間が膜厚分布に影響を及ぼすことが懸念された。しかし、基体表面の半径方向の流れは速く、基体の回転速度： $Rn = 200$ [rpm] の場合には $\tau = 0.5$ [sec] であったため、
10 基体表面の滞在時間は半径方向の膜厚分布にほとんど影響しないものと考えた。

（実施例8）

本例では、図1に示した基体の浮上装置を備えた図12の基体浮上型の製膜装置を用い、浮上・回転状態にある基体表面へ堆積膜を形成する際、ノズル径、基
15 体の回転速度を変化させた点が実施例5と異なる。この場合、ノズル出口の噴出速度が等しくなるように混合ガスの流量を決定し、混合時間が5 [sec] となるように混合部の距離を設けた。また実施例7の結果から、ノズル先端と基体表面との距離は2 [mm] に固定した。

すなわち、本例の操作条件は、浮上ガス供給量： $Ff [l/min] = 15$ 、
20 5、センタリングガス供給量： $Cf [l/min] = 4.0$ 、基体の回転速度： $Rn [rpm] = 200, 400, 700, 800$ 、補助ガス供給量： $Hf [l/min] = 4.0, 6.0, 7.0$ 、ノズル径： $dn [mm] = 40, 60, 75$ 、ノズル先端と基体との距離： $hn [mm] = 2$ とした。

図17は、ノズル径、基体の回転速度を変化させて基体表面に絶縁膜を形成した
25 場合の半径方向の膜厚測定結果を示すグラフである。図17から、基体の回転速度が高いほど、より広範囲で均一な製膜が可能となることが分かった。これは、基体の回転速度が高いなると、基体表面上で混合ガスの半径方向の移動速度が速くなり、混合ガスの流れが上流と下流との濃度分布の差異が少なくなった結果と考えた。この結果から、基体が浮上し、なおかつ基体下部からの浮上ガスの

影響がある場合でも、回転型CVD装置の特性であるポンプ作用が生じることが確認できた。しかし、ポンプ作用が生じ広範囲で均一な膜の形成が確認されたのは、ノズル内径が60 [mm] の場合であった。それ以外の場合は、あまり均一な膜形成はできなかった。これは、混合ガスが浮上ガスによって希釈されたためと考

5 考えた。

(実施例9)

本例では、図1に示した基体の浮上装置を備えた図10の基体浮上型の加熱装置を用い、減圧の雰囲気中において、基体の浮上特性および基体表面の温度分布を調べた。その際、真空ポンプ（不図示）を排気口1014に接続することにより、加熱室1003の内部を適宜減圧状態とした。

他の点は実施例5と同様とした。

図18は、加熱室の内部が減圧された場合に、基体を浮上させるために必要な最小のガス流量を測定した結果である。ガス流量は何れも25 [°C]、1 [atm]換算の量である。基体はこの場合、約1 [mm]程度以内に浮上していることが肉眼観察により確認した。また、基体の挙動を安定させるため、制御ユニット中心からのガス排気量をパラメータとして適宜変化させた。

図18から、本発明に係る基体の浮上装置は、減圧雰囲気中においても、基体を浮上させることが可能なことが分かった。図18には装置内圧が400 [Torr] までの結果が示してあるが、基体の浮上は50 [Torr] 付近まで可能なことが確認できた。

また、図18から、装置内が減圧させるほど、基体を浮上させるために必要な最小のガス流量が減少傾向にあることも分かった。

さらに、減圧の雰囲気中における基体表面の温度分布を調べたところ、大気圧の雰囲気中における基体表面の温度分布の結果（図11）と同様であり、減圧下においても十分に加熱処理が可能なことが確認できた。

(実施例10)

本例では、図1に示した基体の浮上装置を備えた図12の基体浮上型の製膜装置を用い、減圧の雰囲気中において、浮上・回転状態にある基体表面へ堆積膜を形成した。その際、真空ポンプ（不図示）を排気口1218に接続することによ

り、製膜室 1 2 0 3 の内部を適宜減圧状態とした。

他の点は実施例 6 と同様とした。

本例の結果（すなわち、減圧の雰囲気中における結果）は、実施例 6 に示した大気圧の雰囲気中における結果（図 1 5）と同様であり、減圧下においても十分に製膜が可能なが確認できた。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、基体を浮上させたとき、回転軸や面ぶれが小さく安定した浮上状態が得られる基体の浮上装置が得られる。また、この
10 基体の浮上装置を備えることにより、基体表面の清浄度を保持した状態で膜形成が可能であり、かつ、基体表面の温度分布や基体上に薄膜を形成するため用いる原料の濃度分布が小さく、広範囲で均一な膜厚分布を有する膜形成が可能な基体浮上型の加熱装置及び製膜装置がえられる。

15

20

25

請求の範囲

1. 円盤状の基体の裏面に気流を吹き付けて該基体を浮上させながら回転させる基体の浮上装置が、該基体を浮上させる浮上用細孔群と、該基体を装置中央で
- 5 固定するセンタリング用細孔群と、該基体を装置中央で回転させる回転用細孔群と、該基体の高速回転時のぶれを抑える補助細孔群と、から構成される浮上ユニットを有することを特徴とする基体の浮上装置。
2. 前記細孔群を構成する細孔は、
前記浮上ユニットの表面に配され、
- 10 前記浮上装置の表面に対して適当な角度で傾いており、該傾きの方向に気流を噴出することを特徴とする請求項1に記載の基体の浮上装置。
3. 前記浮上用細孔群は、前記浮上ユニットの表面に配され、細孔が、前記基体の回転軸と交差する点を原点とし、該浮上ユニットの表面を90度ごとに4つのエリアに分割したとき、1つのエリア内に配置される各細孔の傾きの方向を、
- 15 対角線と平行で、該浮上ユニットの中心に向けて設けてあることを特徴とする請求項2に記載の基体の浮上装置。
4. 前記センタリング用細孔群は、前記浮上ユニットの表面に配され、細孔が、前記基体の外周と同様の位置および外周から適当な距離外の位置に、それらを交互に適当な角度おきに設けてあり、該細孔の傾きの方向が該浮上ユニットの
- 20 中心に向けて設けてあることを特徴とする請求項2に記載の基体の浮上装置。
5. 前記回転用細孔群は、前記浮上ユニットの表面に配され、細孔が、前記浮上ユニット表面の中心から基体半径より小さな半径の円に接線を引き、接線から接線方向へ適当な距離だけ離れた位置に、細孔の向きは接線方向とし、互いに反対方向を向くように設けてあることを特徴とする請求項2に記載の基体の浮上装
- 25 置。
6. 前記補助細孔群は、前記浮上ユニットの表面に配され、細孔が、該細孔の傾きの方向を前記浮上ユニットの中心に向け、前記回転用細孔群を構成する細孔の位置より、該浮上ユニットの中心から外側の半径の円周上に90度おきに設けたことを特徴とする請求項2に記載の基体の浮上装置。

F i g . 1 .

1/17

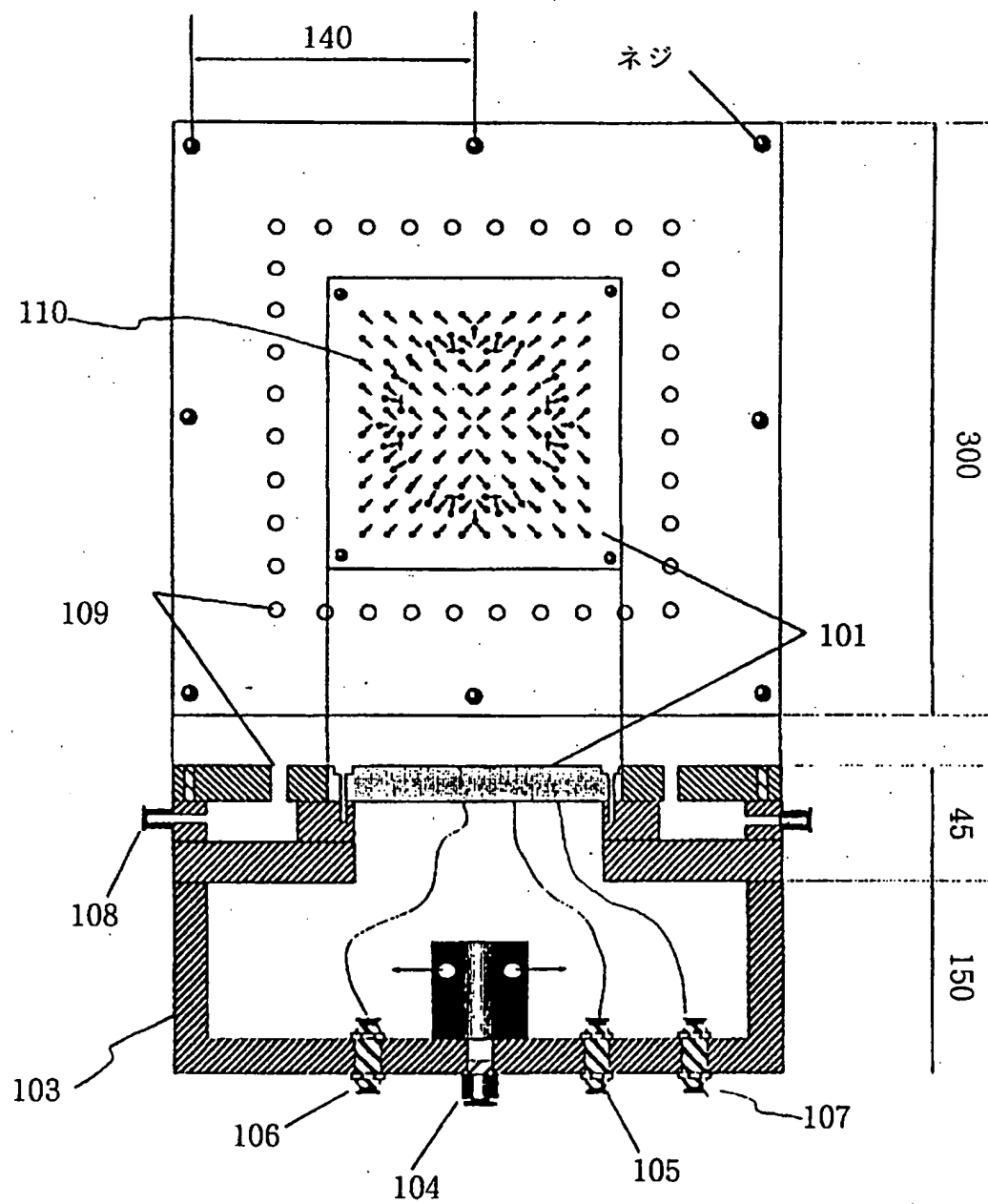
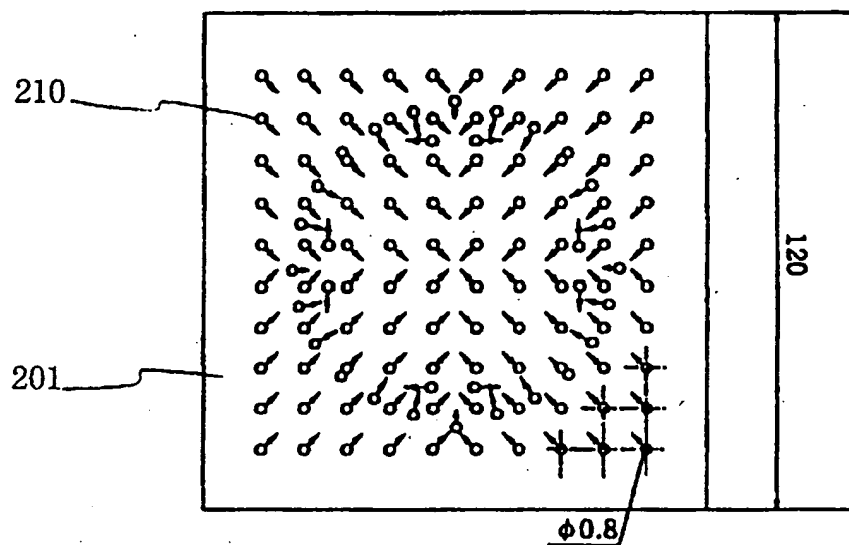


Fig. 2

2/17

(a) 浮上ユニット詳細図



(b) 細孔形状

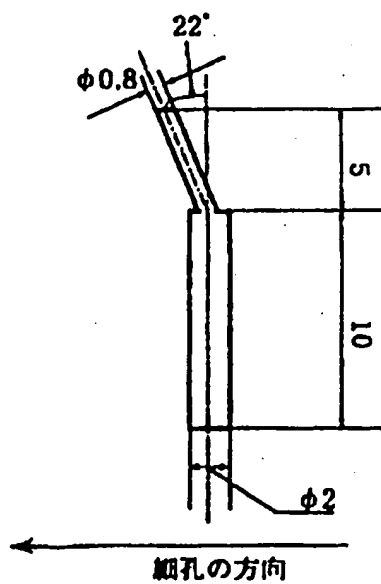
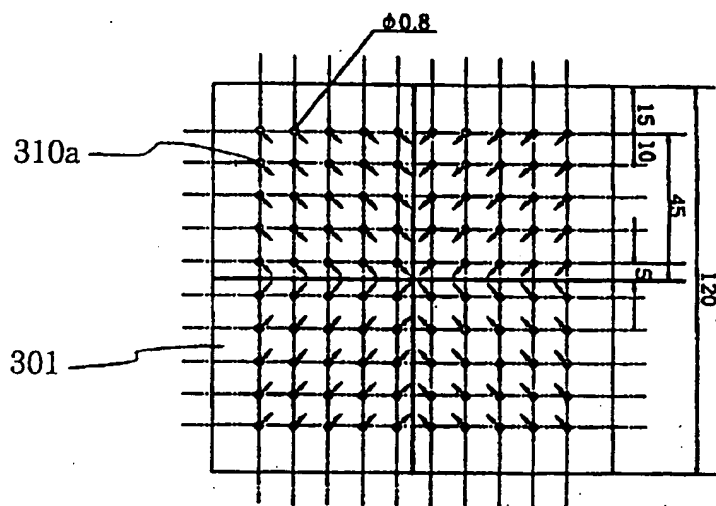
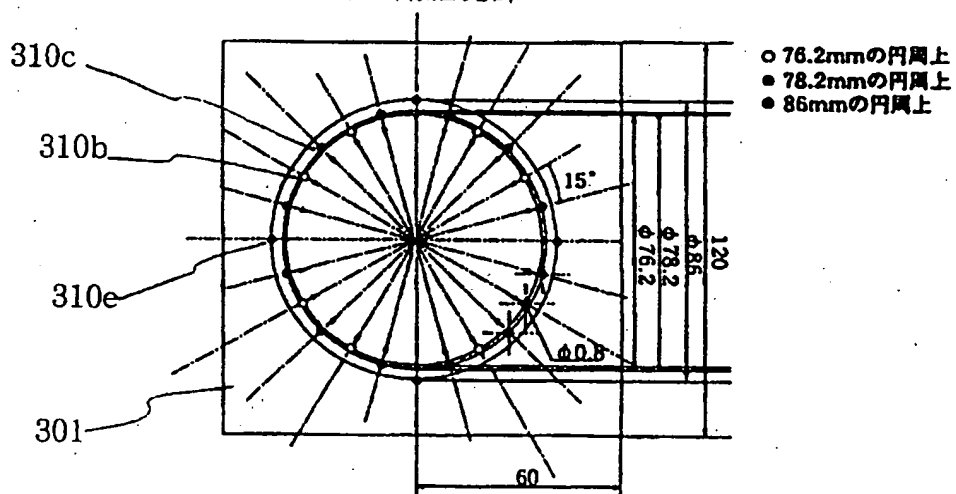


Fig. 3

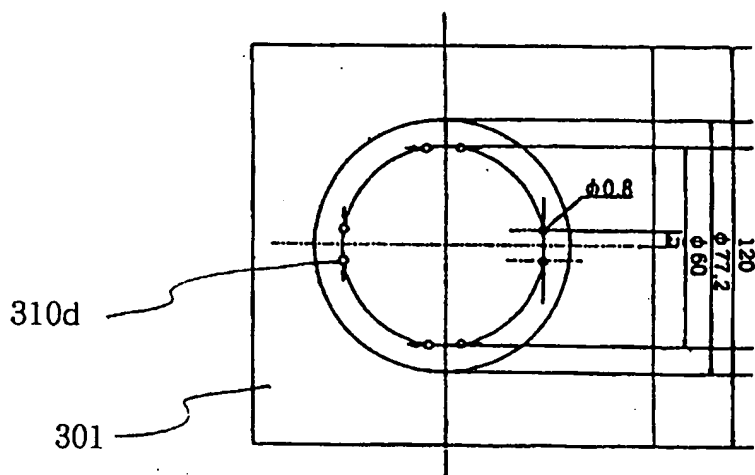
3/17



(a) 浮上用細孔群



(b) センタリング用細孔群及び補助用細孔群



(c) 回転用細孔群

Fig. 4

4/17

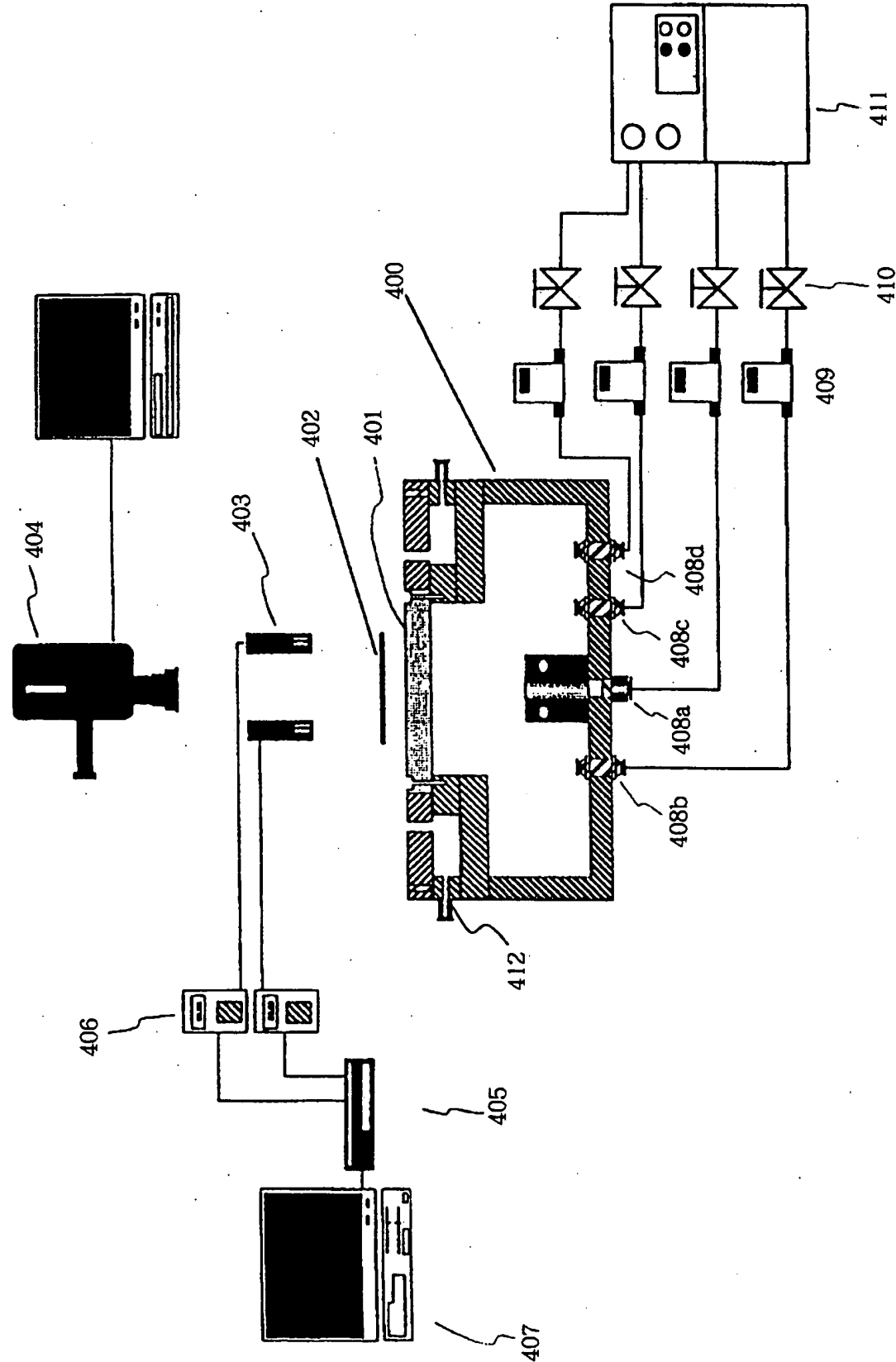
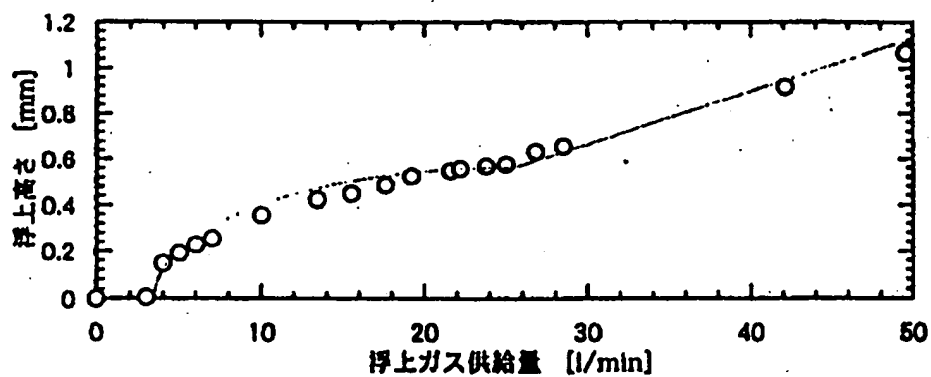
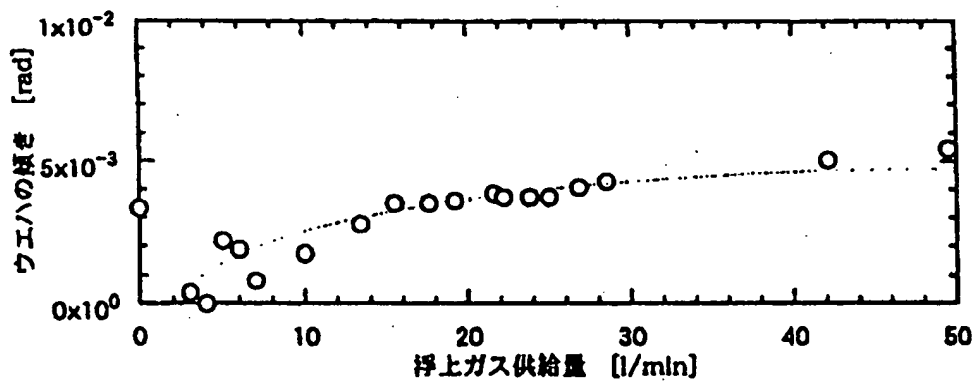


Fig. 5

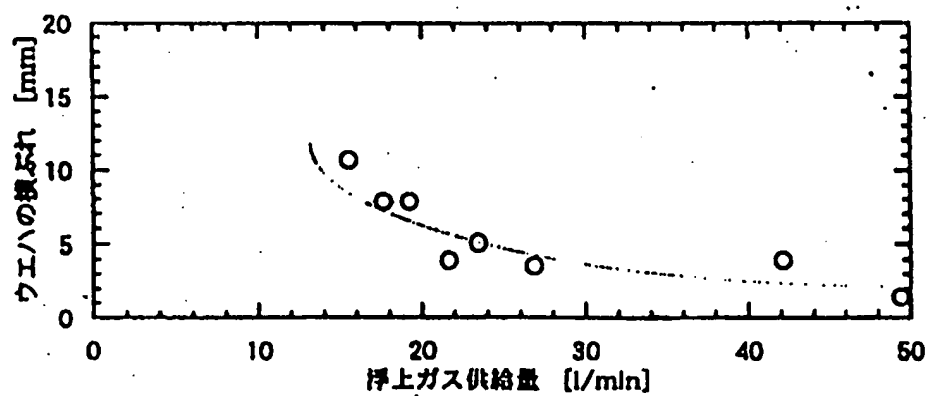
5/17



(a) 浮上高さに及ぼす影響



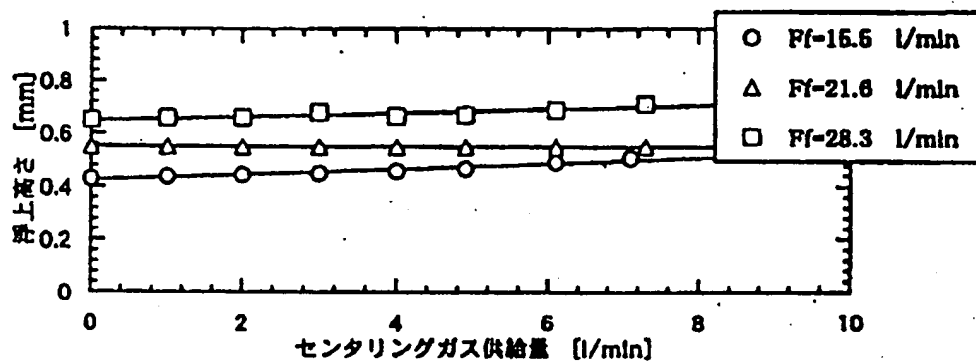
(b) ウェハの傾きに及ぼす影響



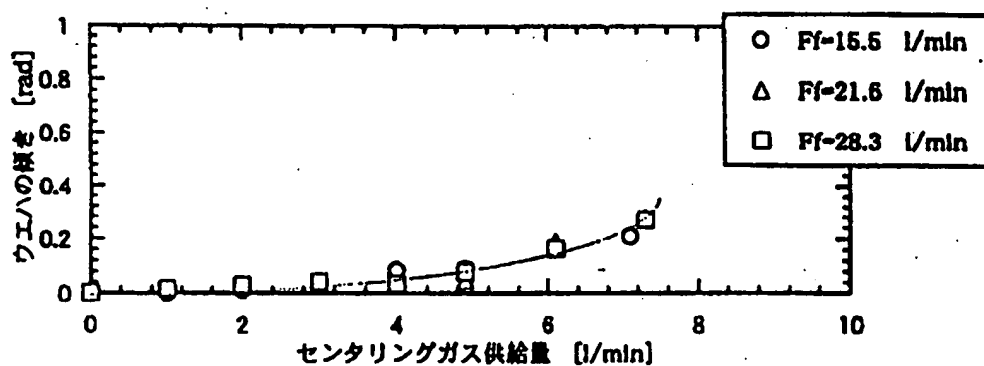
(c) ウェハの振ふれに及ぼす影響

Fig. 6

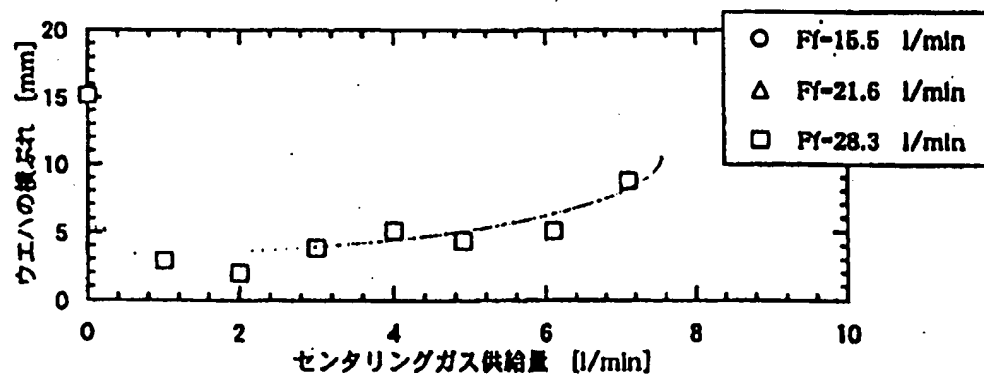
6/17



(a) 浮上高さに及ぼす影響



(b) ウエハの傾きに及ぼす影響



(c) ウエハの横ぶれに及ぼす影響

Fig. 7

7/17

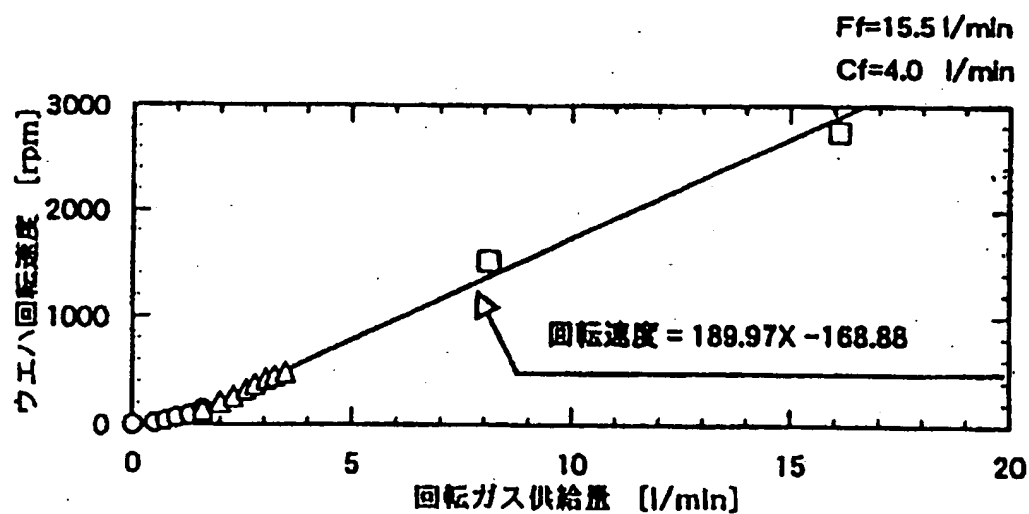


Fig. 8

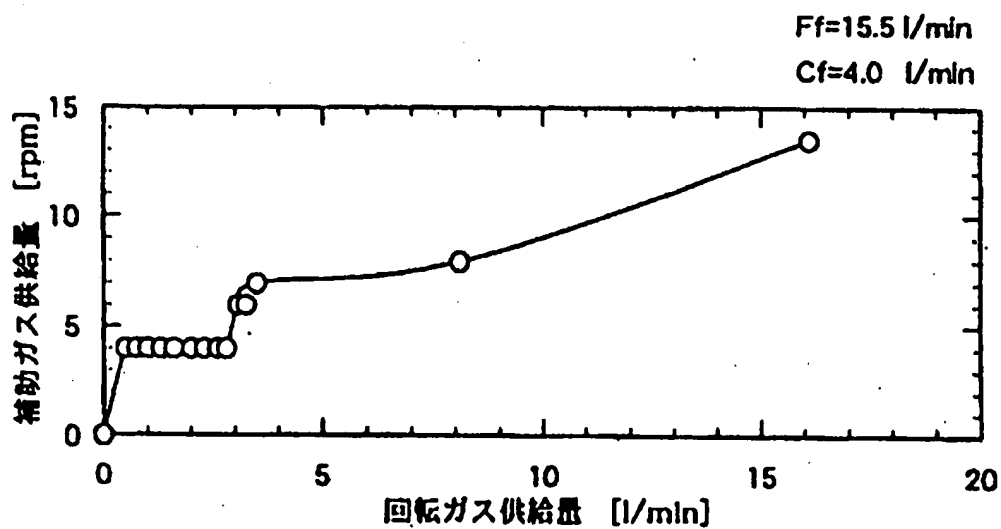
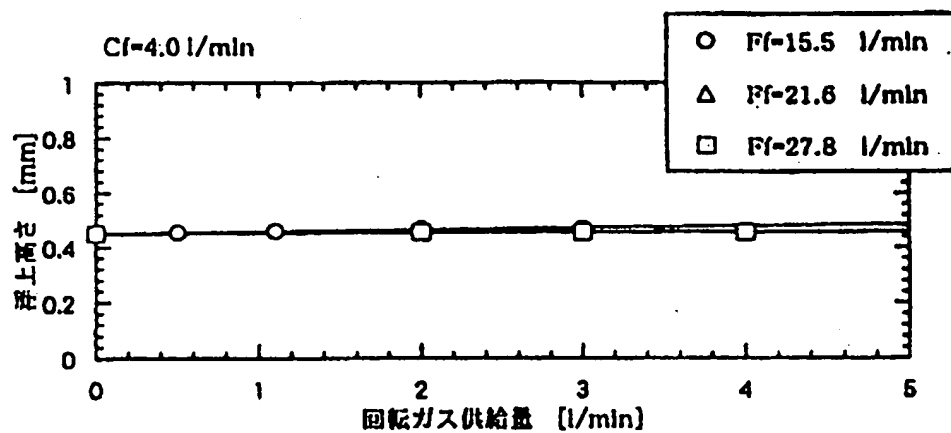
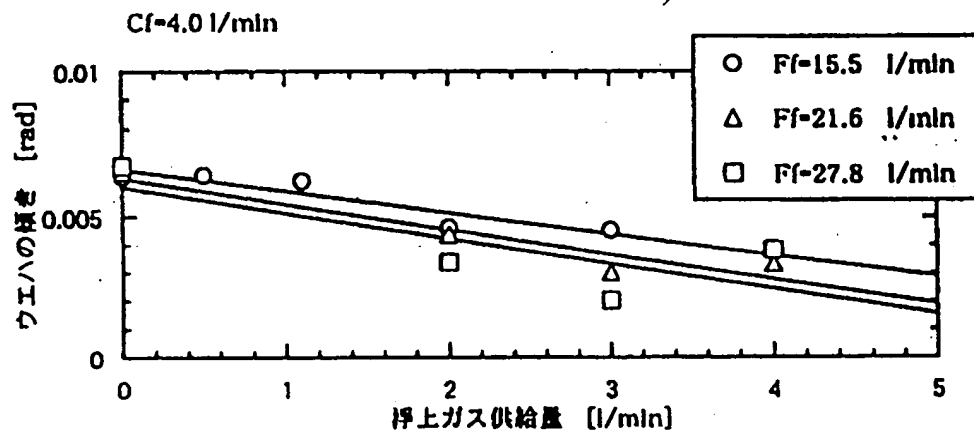


Fig. 9

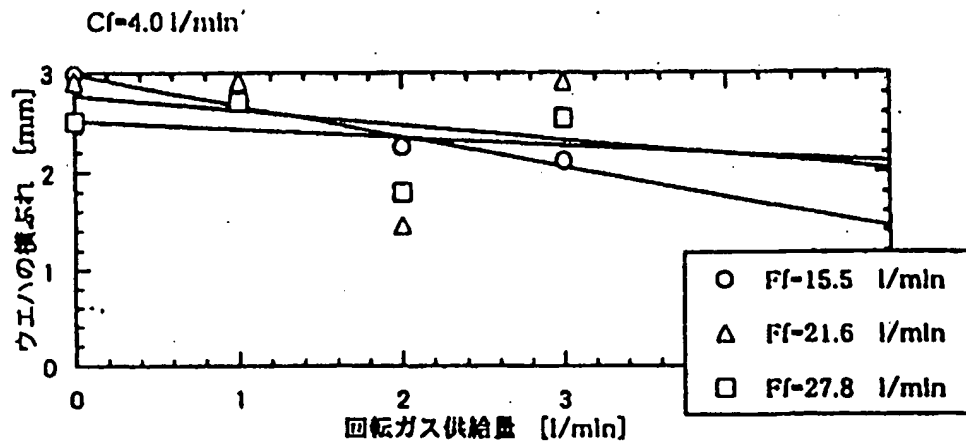
8/17



(a) 浮上高さに及ぼす影響



(b) 傾きに及ぼす影響



(c) 横ぶれに及ぼす影響

Fig. 10

9/17

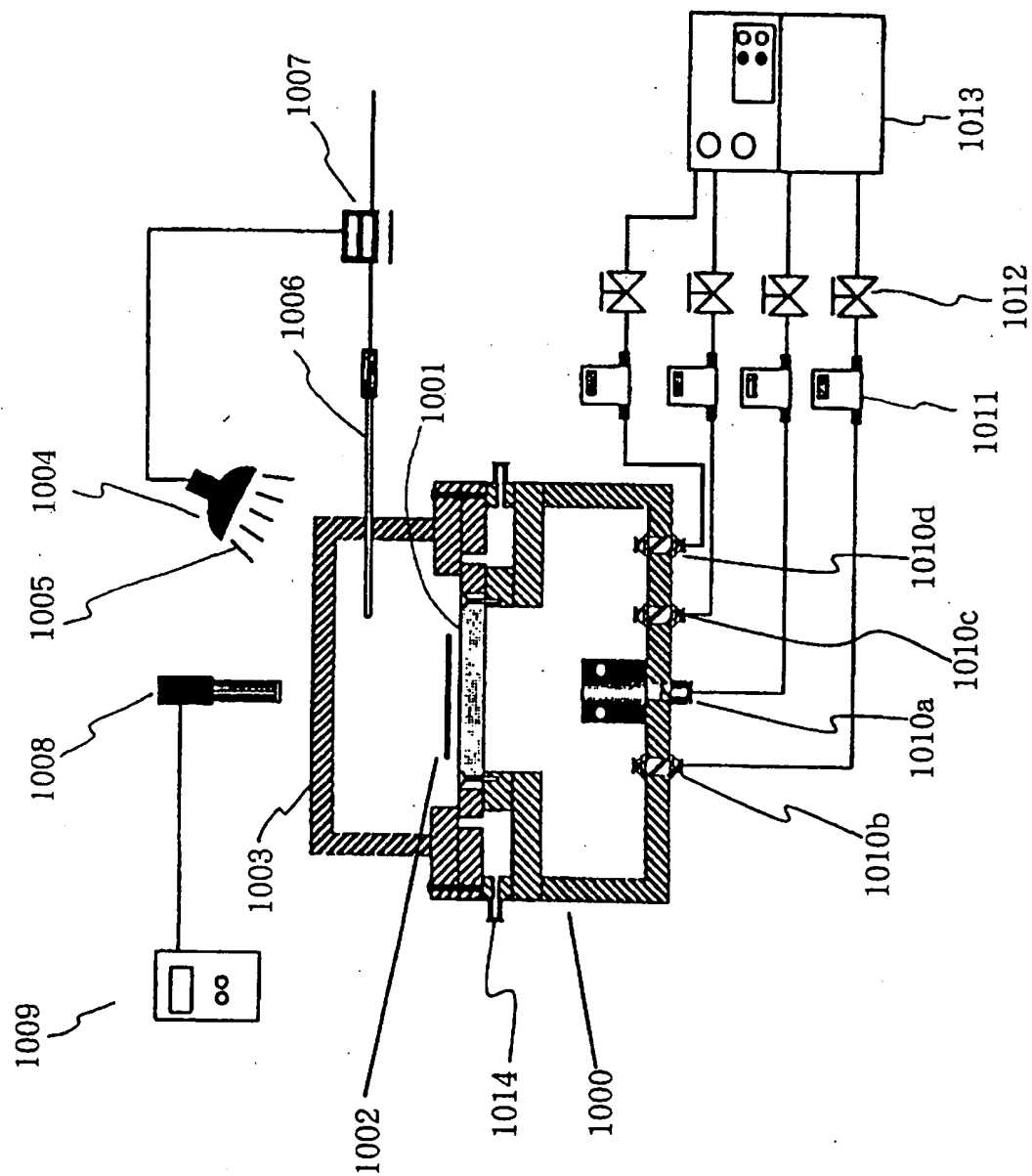
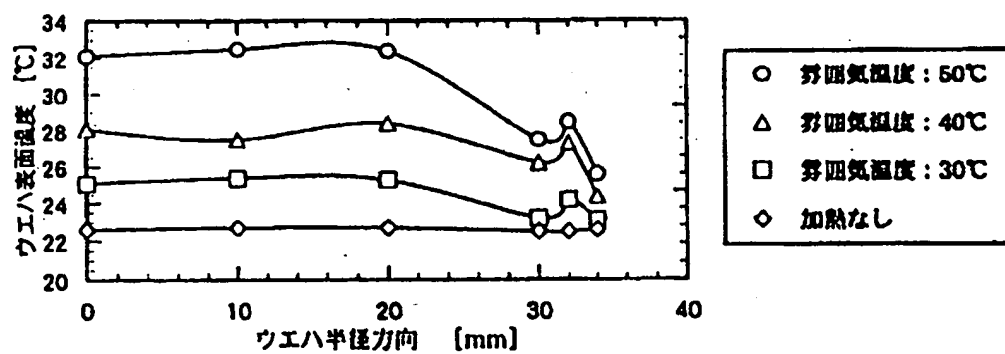


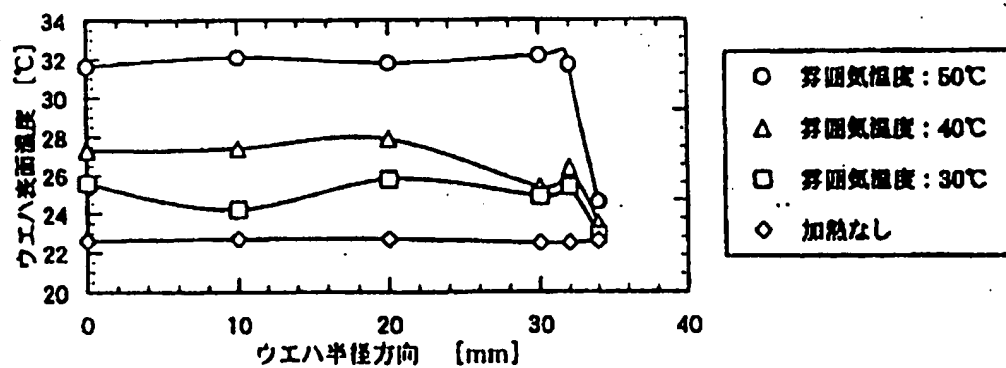
Fig. 1-1

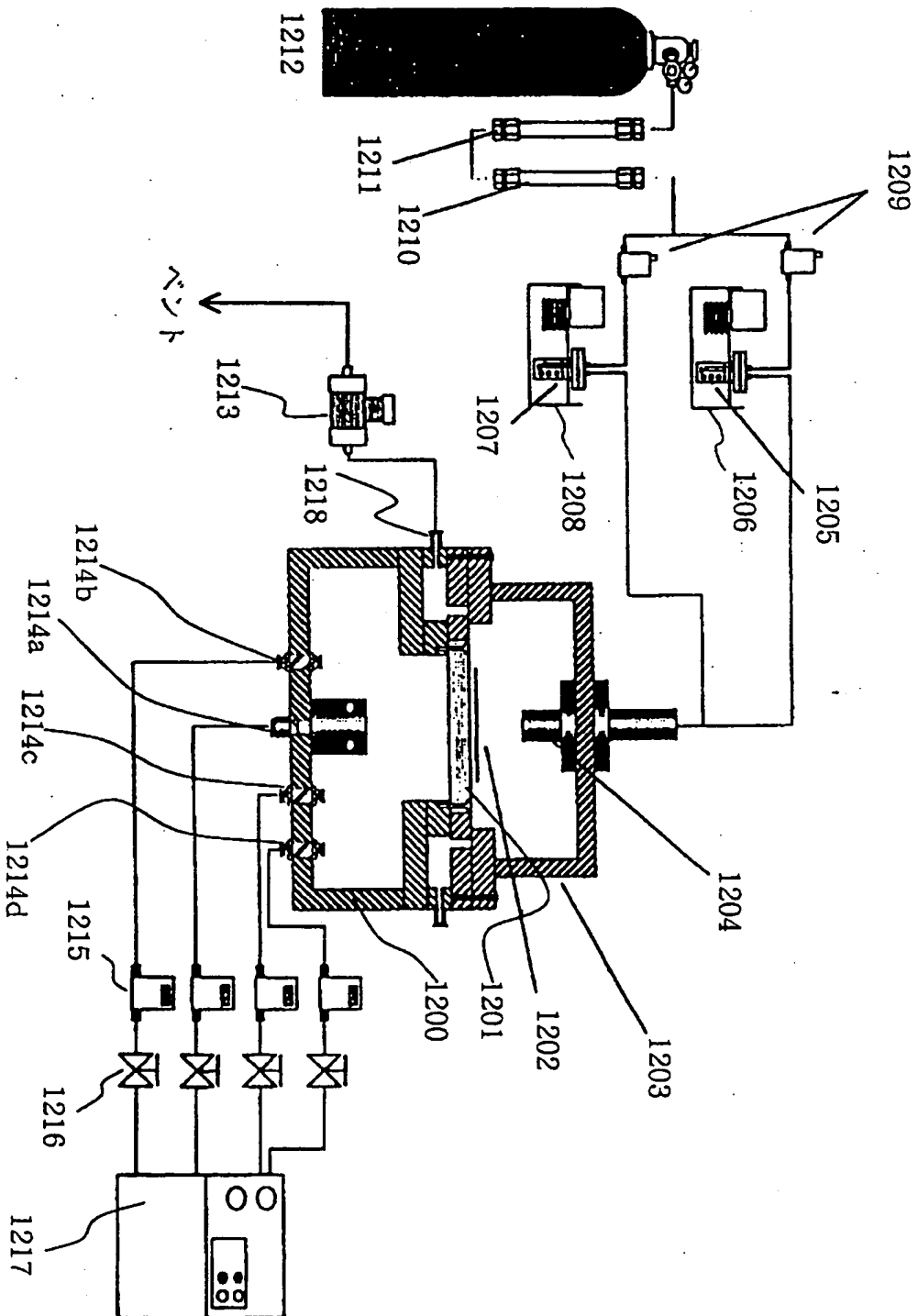
10/17

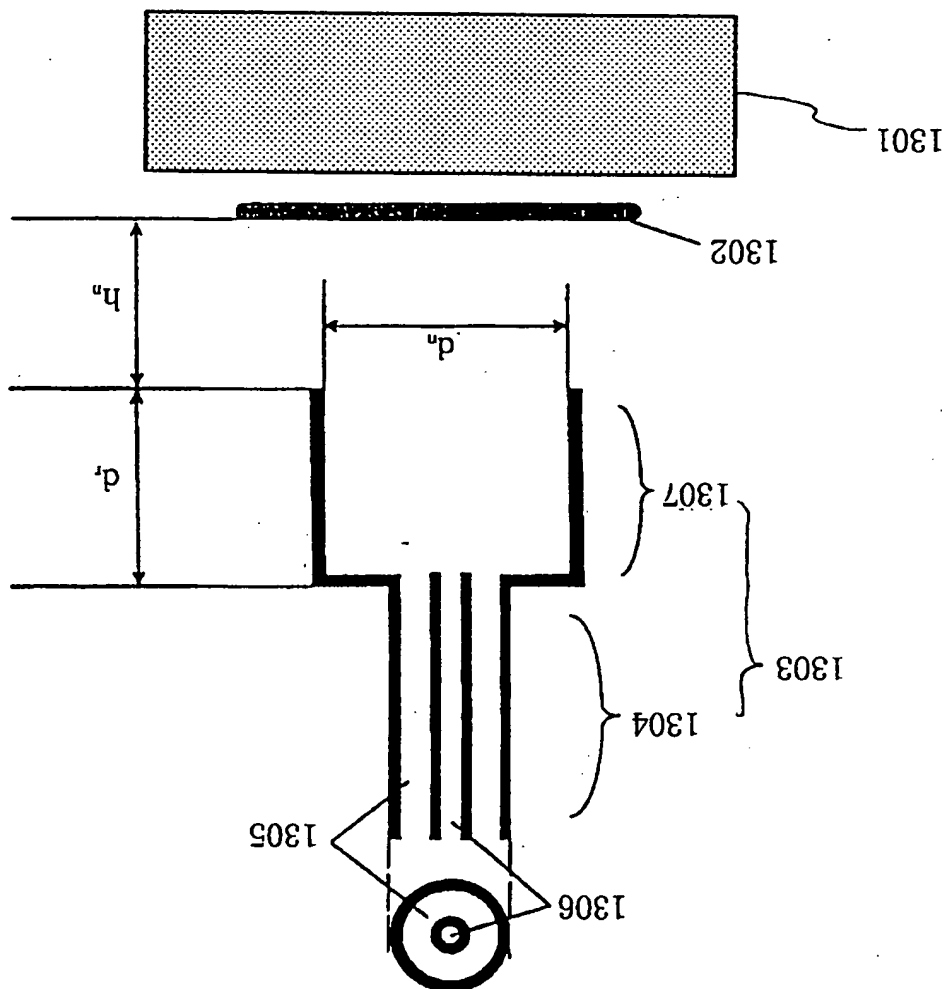
(a) ウェハ表面の温度分布 (回転なし)

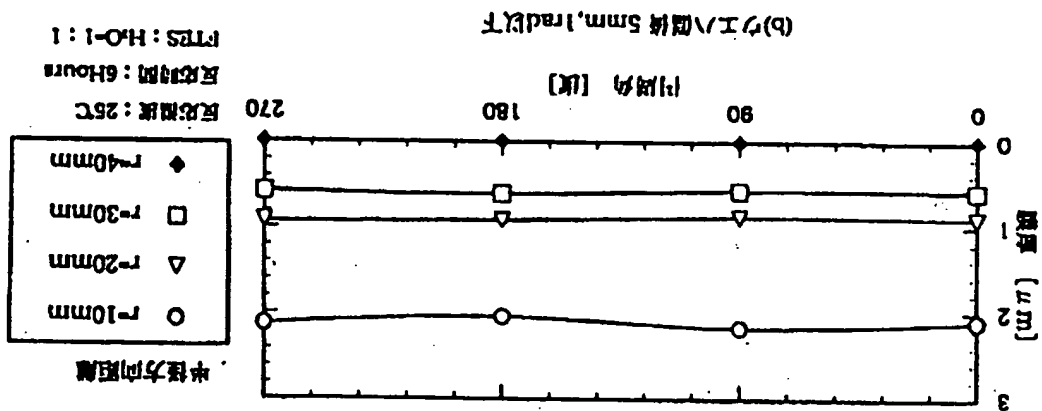
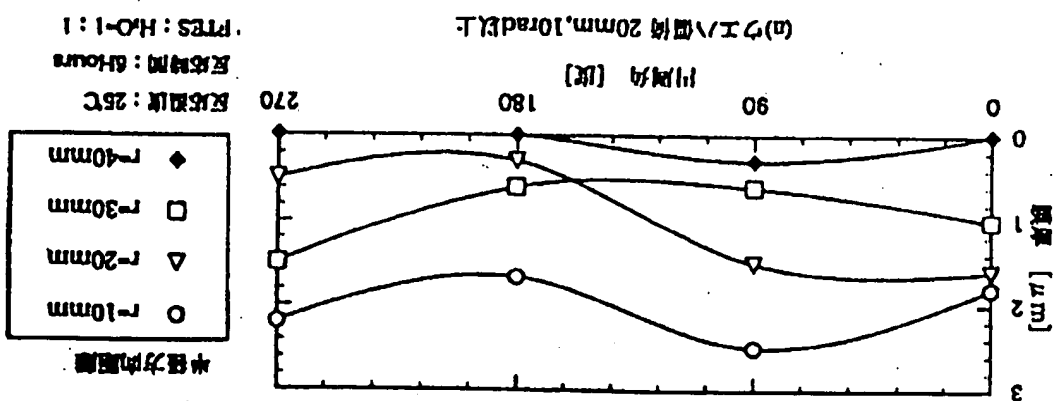


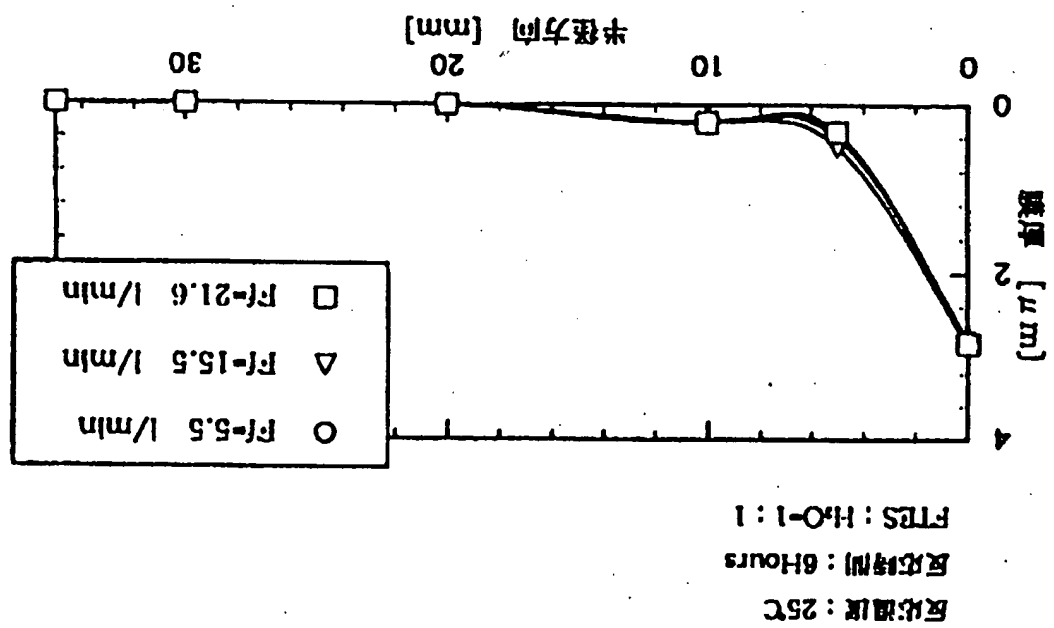
(b) ウェハ表面の温度分布 (回転あり)

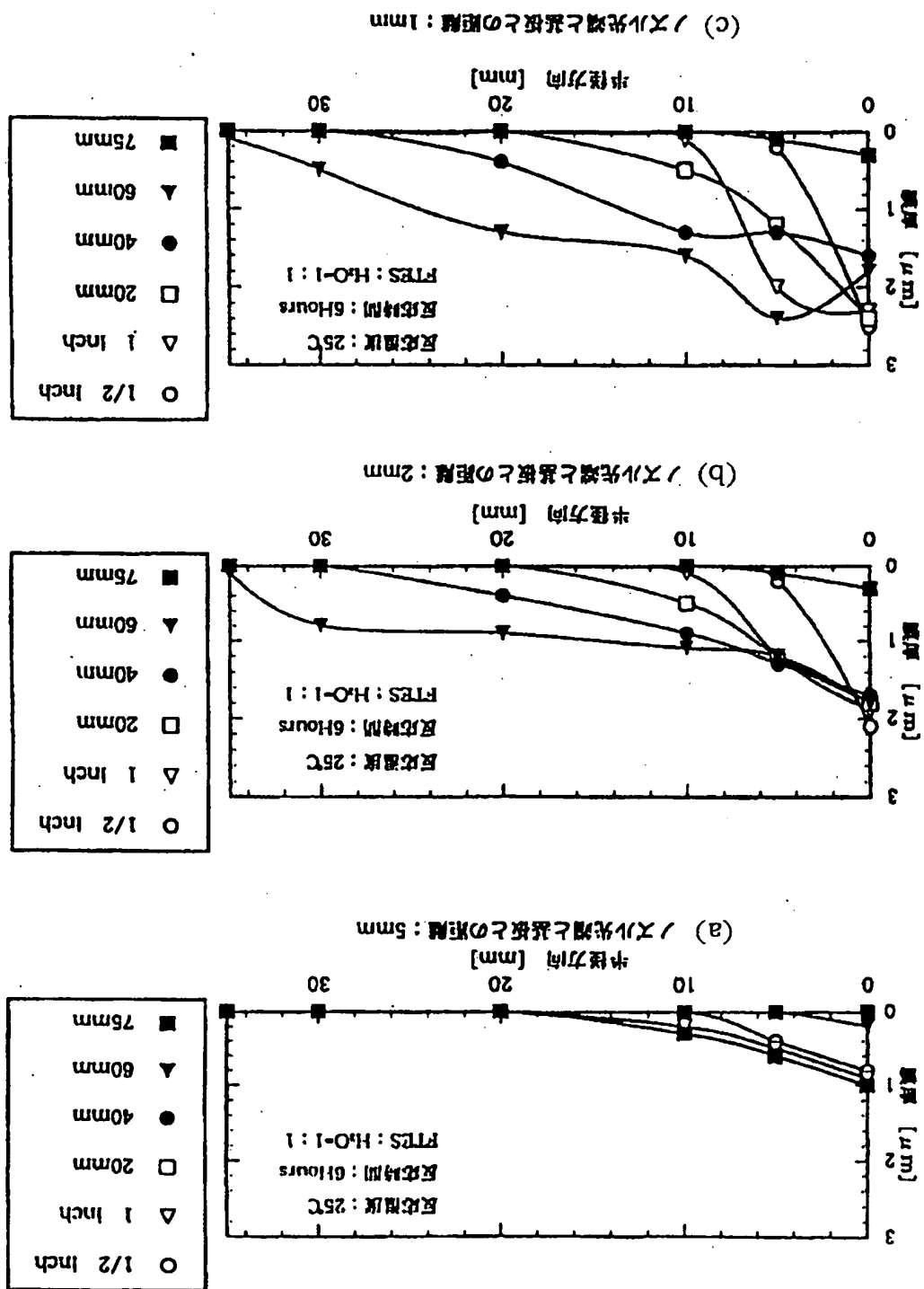












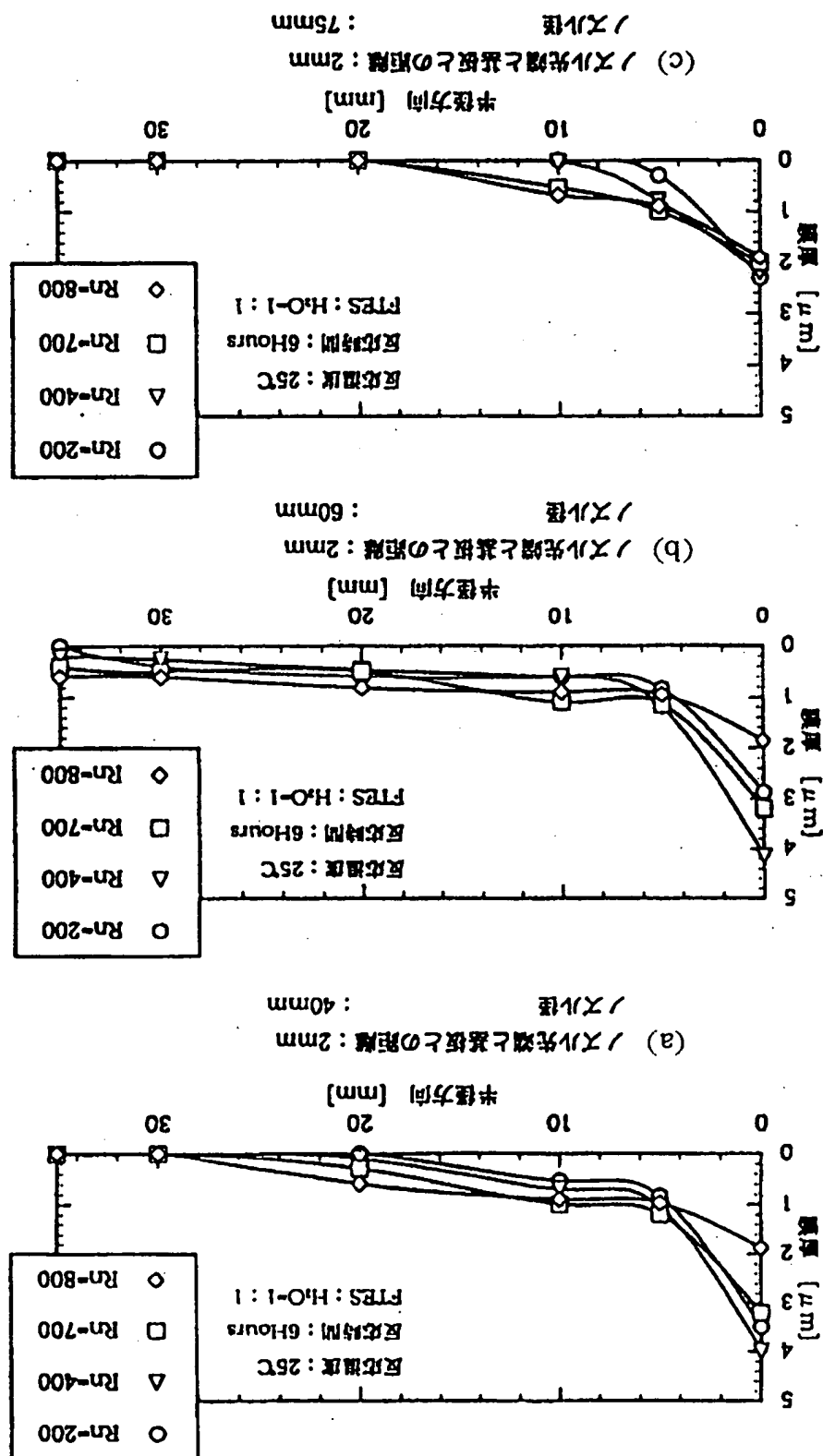
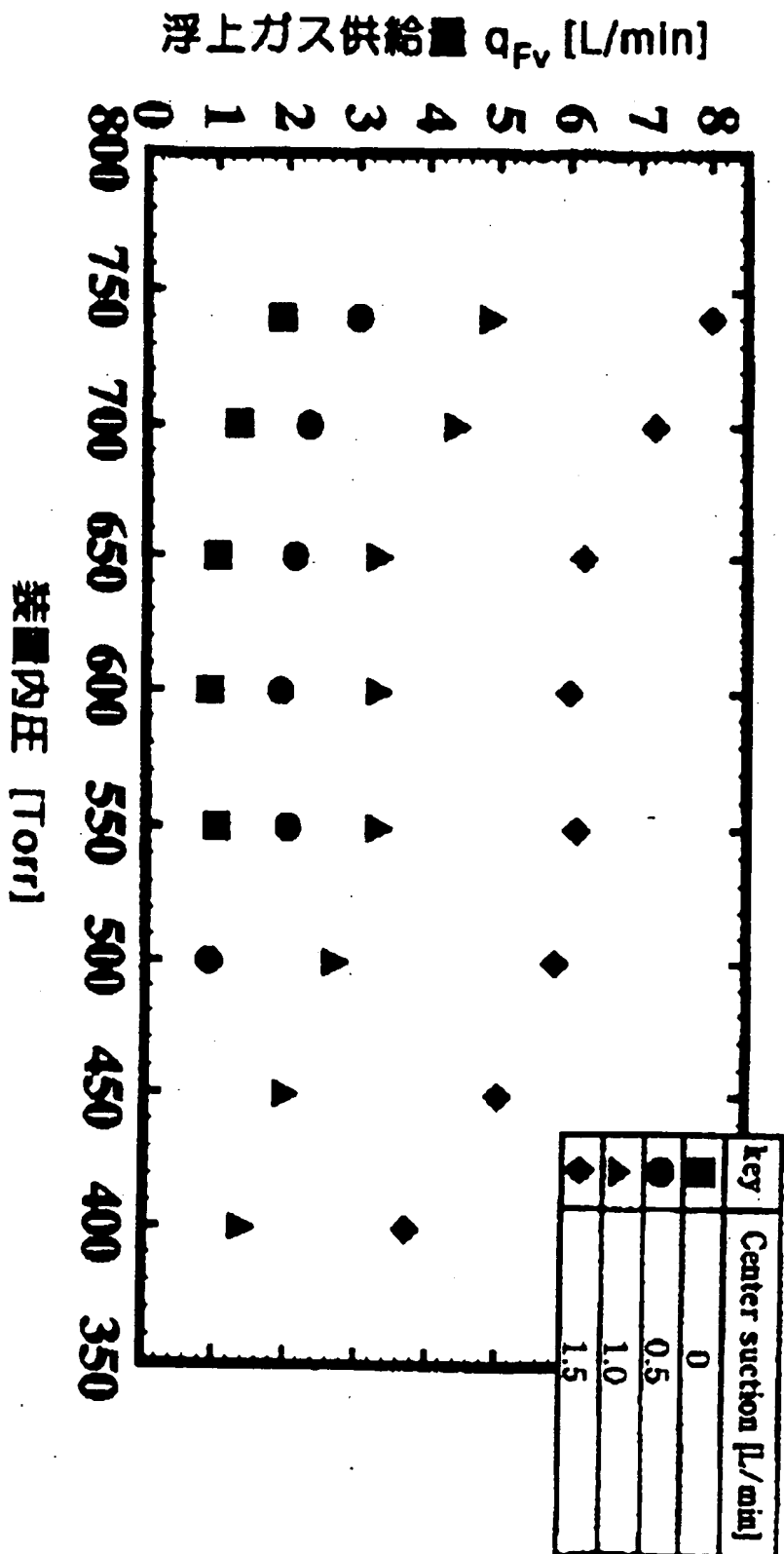


Fig. 18

17/17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PC1/JP98/01070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl.⁶ H01L21/68, B23Q3/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl.⁶ H01L21/68, B23Q3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shunan Koho 1926-1997 Kokai Jitsuyo Shunan Koho 1971-1997
Toroku Jitsuyo Shunan Koho 1994-1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*

Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages

Relevant to claim No.

Y

JP, 59-215718, A (Kokusai Electric Co., Ltd.),
December 5, 1984 (05. 12. 84) (Family: none)

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
- "O" cited to establish the publication date of another citation or other
- "P" special reason (as specified)
- "Q" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
- "R" means
- "P" document published prior to the international filing date but later than
- "X" the priority date claimed
- "T" document published after the international filing date but later than
- "Y" document published after the international filing date but later than
- "Z" document published after the international filing date but later than

Date of the actual completion of the international search
May 25, 1998 (25. 05. 98)

Date of mailing of the international search report
June 9, 1998 (09. 06. 98)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Telephone No.

Facsimile No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP98/01070

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl¹ H01L21/68 B23Q3/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl¹ H01L21/68 B23Q3/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1926-1997年
日本国登録実用新案公報 1994-1997年
日本国公開実用新案公報 1971-1997年

国際調査で使った電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
----------------	-----------------------------------	------------------

Y
JP, 59-215718, A (国際電気株式会社),
5. 12月. 1984 (05. 12. 84) (フミリーなし)

1-9

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

国際調査を完了した日

25. 05. 98

国際調査報告の発送日

09.06.98

国際調査機関の名称及びびあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

瀧内 健夫 印

4M

9054

電話番号 03-3581-1101 内線 3463

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

United States Patent and Trademark
Office
(Box PCT)
Crystal Plaza 2
Washington, DC 20231
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year)

20 October 1998 (20.10.98)

International application No.

PCT/JP98/01070

Applicant's or agent's file reference

WAT010

International filing date (day/month/year)

13 March 1998 (13.03.98)

Priority date (day/month/year)

14 March 1997 (14.03.97)

Applicant

TODA, Masayuki et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

05 October 1998 (05.10.98)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

K. Takeda

Telephone No.: (41-22) 338.83.38